## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2000241782, A

(43) Date of publication of application: 08.09.00

(51) Int. CI

G02F 1/11 H04B 10/02

(21) Application number: 11042082

(22) Date of filing: 19.02.99

(71) Applicant:

**FUJITSU LTD** 

(72) Inventor:

KAI TAKETAKA ONAKA HIROSHI SAITO YOSHIHIRO

KUBODERA KAZUMASA

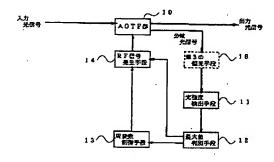
## (54) VARIABLE WAVELENGTH SELECTIVE FILTER AND BRANCHING/ INSERTING DEVICE

## (57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To select an optical signal of a desired wavelength even in the case of a temp. change and a secular change, etc.

SOLUTION: Relating to this device, the light intensity of the optical signal branched is detected by an acoustooptical tunable filter(AOTF) part 10 to be outputted while changing a frequency of an RF signal generated by an RF signal generation means 14 by a maximum value discrimination means 12. The maximum value discrimination means 12 discriminates a maximum value for the optical signal of the prescribed wavelength from the detection value. A frequency control means 13 applies the frequency of the RF signal imparting the maximum value to the AOTF part 10. Thus, the optical signal of the desired wavelength is branched/inserted precisely.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO



				7,0	+		
			•			÷	
1			V/				
					j.·		
	<i>9</i>						
<b>₹</b>							
•							
						<u>.</u>	
							*
		,		•/			
	Ė	Ŷ				;	
<i>j</i>				-			
					*		
÷						9	
,							
					•		
4.	•						
			4.9				

传開2000-241782A) (P2000-241782A) (43)公開日 平成12年9月8日(2000.9.8)

					H HINT (OL	TO THE LOCAL PROPERTY OF LEGISLES.
(51) Int. C1.7		做別配母	я -			テーマコード(参考)
G 0 2 F	1/11	502	G 0 2 F	1/11	502	640H2
H 0 4 B 10/02.	10/02.		H 0 4 B	00/6		U 5K002

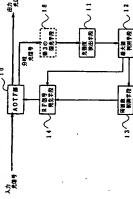
	審査請求 未請求 請求項の数20	OL	(全35頁)
(21) 出願番号	特願平11-42082	(71) 出願人 000005223	000005223
			富士通株式会社
(22) 出解日	平成11年2月19日(1999.2.19)		种奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1
		_	4
		(72) 発明者	甲斐 雄高
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1
			身 富士通株式会社内
		(72) 発明者	尾中 寬
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1
			身 富士通株式会社内
		(74)代理人	(74)作理人 100072718
			弁理士 古谷 史旺 (外1名)
			最終買に続く

(64) 【発明の名称】可変彼長選択フィルタおよび分岐・挿入装置

「課題」: 本発明は、温度変化や経年変化などのよって

御泉項1, 2, 3, 9, 10年記憶の発掘の緊痛自動

5所留の故長の光信号を選択することができる可変故長 **毀択フィルタおよびこの可変改長遊択フィルタを使用し** た分岐・挿入装置を提供するこどを目的とする。 【解決手段】 本発明における可変故長選択フィルダお よびこの可変波長選択フィルタを使用した分岐・挿入装 値を判別する。周改数制御手段13は、この最大値を与 **置は、RF信号発生手段14によって発生するRF信号** OTF部10によって分岐して出力される光信号の光強 度を光検出手段11によって検出する。最大値判別手段 えるRF信号の周波数をAOTF部10に印加する。こ の周波数を最大値判別手段12によって変えながら、A 1.2 は、この検出値から所定被長の光倡号に対する最大 **たによって、正確に所留の故長の光信号を分岐・挿入す** ることができる。



特許請求の範囲

光を回転させることで任意の故長の光を選択し第1の出 と、前記RF信号を印加された第1の光導波路と第2の 光導被路とからの光信号を合故し光の偏光状態に対応し 加するRF信号の周波数に応じて特定被長の光信号の偏 力とし、他の波長の光は第2の出力とする可変被長選択 光入力をTMモード光とTEモード光と に分岐する第1の偏光手段と、分岐したTMモード光を 尊破する第1の光導被路とTEモード光を導放する第2 の光導波路とにRF信号を印加するRF倡号印加手段 て第1と第2の出力とする第2の偏光手段とを備え、 フィルタにおいて、 請水項1]

前記可変波長選択フィルタからの出力の光強度を検出す 前配RF信号を発生するRF信号発生手段と、 る光強度検出手段と、

前配RF信号発生手段により発生する前配RF信号の周 受債して所定被長の光信号に対する前配光強度の最大値 放数を変えながら前配光強度検出手段から前配光強度を を判別する最大値判別手段と、

前記最大値判別手段によって判別された光強度の最大値 を与える周波数のRF信号を発生するように前配RF信 **号発生手段を制御する周波数制御手段とを備えることを** 特徴とする可変被長選択フィルタ。

は被長分割多重方式の光信号を伝送する光伝送路に接続 請求項2】 請求項1に記載の可変波長選択フィルタ

定波長の光信号に対する前記光強度の第1の最大値を判 別し、さらに、眩第1の最大値を与える前配RF信号の 周波数の前後の周波数範囲において前記R F 信号の周波 前配最大値判別手段は、前配RF倡号発生手段により発 ながら前配光強度検出手段から前配光強度を受信して所 数を前記第1の周波数間隔より狭い第2の周波数間隔で て前配所定被長の光信号に対する前配光強度の第2の最 大値を判別する最大値判別手段であることを特徴とする 生する前記RF信号の周波数を第1の周波数間隔で変え 変えながら前配光強度検出手段から前配光強度を受信し 可変被長選択フィルタ。

[請水項3] 請水項1に記載の可変被長選択フィルタ において、

前記特定波長の光信号を変更する度に、前記周波数制御 年段は、前配特定被長の光信号における光強度が最大値 となるように前配RF信号の周波数を制御することを特 **散とする可変改長選択フィルタ。** 

て第1と第2の出力とする第2の偏光手段とを備え、印 光導波路とからの光信号を合波し光の偏光状態に対応し に分岐する第1の偏光手段と、分岐したTMモード光を 均波する第1の光導被路とTEモード光を導放する第2 と、前記RF信号を印加された第1の光導波路と第2の 光入力をTMモード光とTEモード光と の光導波路とにRF信号を印加するRF信号印加手段 [請求項4]

特開2000-241782

3

加するRF信号の周波数に応じて特定被長の光信号の個 力とし、他の被長の光は第2の出力とする可変被長避択 光を回転させることで任意の波長の光を遊択し第1の出

前記RF債母を発生するRF倡母発生手段と、

前記可変故長選択フィルタの散光入力関に接続され、眩 が既知である基準倡号を前記光入力に挿入する基準信号 光入力内の光信号の彼長を除いた故長であって駭故畏数 挿入手段と、

前記可変波長選択フィルタから出力される前記基準信号 を検出する基準信号検出手段と、

前記RF債号発生手段によって発生する前記RF債号の 号を検出した場合における前記RF信号の周波数と前記 基準信号の彼長数とに基ろいて前配可変破長遡収フィル タに入力される光信号の改長数とRF信号の周故数との **周波数を変えながら前配基準借号検出手段が前配基準信** 関係を預算する周波数領算手段とを備え 所定波長の光倡号を選択するために前配周波数演算手段 によって演算されたRF倡号の周波数を印加することを 特徴とする可変故長選択フィルタ

23

前記基準債号の波長数は、前記光信号を伝送する波長帯 域の端の故長数であることを特徴とする可変故長選択フ 【請求項5】 請求項4に配載の可変液長選択フィルタ において、

に分岐する第1の偏光手段と、分岐したTMモード光を 単故する第1の光導被路とTEモード光を導放する第2 【請求項6】 光入力をTMモード光とTEモード光と の光導波路とにRF信号を印加するRF信号印加手段

と、前記RF信号を印加された第1の光導波路と第2の て第1と第2の出力とする第2の偏光手段とを備え、印 加するRF信号の周波数に応じて特定波長の光信号の偏 光を回転させることで任意の故長の光を選択し第1のHI カとし、他の被長の光は第2の出力とする可変被長週択 光導波路とからの光信号を合放し光の偏光状態に対応し 8

前記可変波長選択フィルタの該光入力側に接続され、該 光入力内の光信号を含む波長帯域を増幅する光増幅器 フィルタにおいて、

前記RF倡号を発生するRF倡号発生手段と、

9

前記光増幅器で発生したASE内の特定波長の偏光を回 伝させる既知の周波数の前配RF信号を発生させ、前配 スペクトルモニタからのASEの改長を検出する改長判 前記可変被長選択フィルタの出力側に接続され、前記可 変波長 強択フィルタから出力される光信号の 破長と 厳被 長における光強度とを監視するスペクトルモニタと、

によって挿入および分岐される光信号の波長数とRF信 析配放長判別手段によって判別されたASEの放長と前 **記既知の周波数とに基づいて前配可変波長週択フィルタ** 別年暇と、

**身の周波数との関係を演算する周波数演算手段とを備** 

所定被長の光倩母を抑入および分岐するために前配周故 数資菓手段によって複算されたRF信号の周波数を印加 することを特徴とする可変改長週択フィルタ。

【開水項7】 印加するRF個母の周波数に応じて特定 故長の光信号を選択する可変被畏選択フィルタにおい 前配可変数模選択フィルタに印加する前配RF倡号を発 生するRF俳号発生年段と

**前配可変液長選択フィルタから出力される光信号の波長** と隊波長における光強度とを監視するスペクトルモニタ

とRF倩母の周波数との関係を演算する周波数演算手段 加配RF信号発生年段によって発生するRF信号の周波 数を監視するとともに前配スペクトルモニタから出力さ れる波形数と前配RF信号の周波数とに基めいて前配可 変波長辺択フィルタによって選択される光信号の波長数

所定故長の光信号を選択するために前配周波数領算手段 によって資菓されたRF債号の周波数を印加することを 特徴とする可変被長型択フィルタ。

ルタであり、

前配第1の偏光手段によって分岐したTMモード光を導 【柳水項8】 入力をTMモード光とTEモード光とに 分岐する第1の偏光年段と、

前配第1の個光手段によって分岐したTEモード光を導 波する第1の光導波路に第1のRF信号を印加する第1 のRF信号印加手段と、

故する第2の光導被路に第2のRF信号を印加する第2

のRF信号印加手段と、

**前配算1のRF債母を印加された前配第1の光導波路と 前配第2のRF債号を印加された前配第2の光導被路と** からの光倩母を合改するとともに光の偏光状態に対応し

し、他の波長の光は第2の出力として出力する可変波長 前配第1のRF信号の周波数および前配第2のRF信号 て第1と第2の川力に分岐する第2の偏光手段とを備え の周波数とに応じた特定故長の光情号を第1の出力と

【酢水頂.9】 酢水頂1に配做の可変液長選択フィルタ において、

即択フィルグ。

ş

**前配RF債身印加手段は、前配第1の個光手段によって** 分岐したTMモード光にRF信号を印加する第1のRF Eモード光にRF債号を印加する第2のRF債号印加手 信号印加手段と前配算1の偏光手段によって分岐したT 段との2つのRF債号印加手段であり、

前記RF倩号発生手段は、前記第1のRF倩号印加手段 と前配第2のRF信号印加手段とに異なる周波数のRF **国号を供給するRF個号発生手段であることを特徴とす** る可変被長翧択フィルタ。

精水項9に記載の可変被長選択フィル [請求項10]

前配可変波長選択フィルタにより選択して出力される光 信号をTMモード光とTEモード光とに分岐する第3の 偏光手段をさらに備え、

れるTMモード光の光強度を検出する第1の光強度検出 ド光の光強度を検出する第2の光強度検出手段との2つ 年段と前記第3の偏光分岐年段から出力されるTEモー の光強度検出手段であることを特徴とする可変被長選択 前配光強度検出手段は、前配第3の偏光手段から出力さ

項に配載の可変波長選択フィルタにおいて、

が吸大値に維持されるように前配RF佰号発生手段を制 前配可変波長選択フィルタから出力される光信号から前 卸するトラッキング手段とをさらに備えることを特徴と 配低周波信号を検出して前配所定被長の光信号の光弛度 前紀RF俳号に低周波俳号を重畳する重畳手段と、 する可変被長週択フィルタ。

[開水項12] 開水項11に記載の可変波長選択フィ 2 前配トラッキング手段によって制御される前配RF倡号 多重方式の光信号間隔に対応するRF信号の周波数の範 発生手段が発生するRF債号の周波数は、前配波長分割 **朋内で変化することを特徴とする可変波長選択フィル**  1 項に記載の可変波長選択フィルタは同一基板上に複数 形成され、

る温度制御手段を有することを特徴とする可変波長選択 複数の前配可変被長選択フィルタの温度を同一に制御す 71119. 1項に配載の可変波長選択フィルタにおいて、 前配最大値判別手段によって判別された光強度の最大値 F債母発生手段を制御するとともに、前配RF債母発生 年段により発生する前配RF倡号の出力強度を変えなが ら前配光強度検出手段によって所定波長の光信号を検出 して隊所定被長の光信号に対する前配光強度の股大値を を与える周波数の前配RF債号を発生するように前配R 判別する強度最大値判別手段とをさらに備え、 前配周波数制御手段は、前配及大値判別手段によって判 別された光強度の最大値を与える周波数と前配強度最大 出力強度との前配RF倡号を発生するように前配RF倡 値判別手段によって判別された光強度の最大値を与える 母発生手段を制御することを特徴とする可変改長選択フ

光伝送路に接続されるとともに、印加するRF信号の周 故数に応じて特定故長の光信号を分岐及び挿入する可変 【開水項15】 波長分割多瓜方式の光信号を伝送する

可変波長選択フィルタによって分岐した光信号を受信処 故長選択フィルタと、前配可変故長選択フィルタに印加 理する受信処理手段と、前配可変波長選択フィルタに挿 入する光信号を生成する光信号生成年段とを備える分岐 する前配RF債号を発生するRF債号発生手段と、前配 ・梅人装置において、

前配可変波長選択フィルタは、n個の光信号を分岐また は挿入することができ、 (n+1) 個であることを特 前配尺下信号発生手段は、 散とする分岐・椰入装置

複数の波畏を持つ光から所定故長の光を選択する筑3の 可変波長選択フィルタを備えるとともに該第3の可変故 変調して前配類1の可変被長週択フィルタに抑入する光 借号を生成する光信号生成手段とを備える分岐・順入装 **光伝送路に接続されるとともに、印加するRF信号の周** イルタによって分岐した光伯号の中から所定改長の光信 号を選択する第2の可変被長選択フィルタを備えるとと もに眩穽2の可変彼長選択フィルタによって選択された 長選択フィルタによって選択された前配所定被長の光を 【請求項16】 波長分割多重方式の光信号を伝送する の可変被長週択フィルタと、前配第1の可変被長週択フ 破数に応じて特定故長の光信号を分岐及び抑入する第1 前配所定波長の光信号を受信処理する受信処理手段と、

前配第1ないし第3の可変波長週収フィルタのうち少な 項に配載の可変被長題択フィルタであることを特徴とす [精水項17] 被長分割多魚方式の光信号を伝送する くとも1つは、前水項1、4、6、7、8のいずれか1 る分岐・挿入装置。

光伝送路に接続されるとともに、印加するRF信号の周 被数に応じて特定被長の光信号を分岐及び挿入する第1 イルタによって分岐した光信号の中から所定故長の光信 複数の彼長を持つ光から所定被長の光を選択する第3の 変調して前配第1の可変波長選択フィルタに抑入する光 間号を生成する光信号生成手段とを備える分岐・仰入装 の可変被長選択フィルタと、前配第1の可変被長選択フ **号を選択する第2の可変被長選択フィルタを備えるとと** 可変波長週択フィルタを備えるとともに眩绡3の可変波 **長選択フィルタによって選択された前配所定改長の光を** もに該第2の可変数長週択フィルタによって選択された 前配所定被長の光信号を受信処理する受信処理手段と、

6、7、8のいずれか1項に配轍の可変被長選択フィル タであって眩睛水頃1、4、6、7、8の可変波長週択 フィルタを複数個縦腕に接続したことを特徴とする分岐 前配第1の可変被長選択フィルタは、請求項1、4、

【請求項18】 請求項1または請求項2に配做の可変 · 师入装图。

**皮長週択フィルタと、** 

分岐・挿入する分岐・挿入 (Optical Add/Drop Multipl 20 変化する前配RF借号の周波数と膝周波数に対する前配

特開2000-241782

 $\overline{\Xi}$ 

光強度検出手段によって検出された光強度とを配慮する 配億年段とからなるスペクトルモニタ。

【酢水項19】 酢水項18に配板のスペクトルモニク において、

前記送出すべき光体身を出力する出力側に接続されると ともに放光信号を遮断する遮断手段をさらに備えること を特徴とするスペクトルモニタ。

光伝送路に接続されるとともに、印加するRF俳母の周 複数の液果を持つ光から所定徴長の光を選択する第3の 借号を生成する光併号生成年段とを備える分岐・仰入装 【前水項20】 故及分割多瓜方式の光信号を伝送する イルタによって分岐した光信号の中から所定放長の光信 もに放筑2の可変液長週収フィルタによってש収された 可変波長週択フィルタを備えるとともに散算3の可要被 民選択フィルタによって選択された前配所定彼長の光を 変闕して向配第1の可変数長即択フィルタに仰入する光 故数に応じて特定故長の光情号を分岐及び抑入する第1 の可変徴長週択フィルタと、前配第1の可変被長週択フ **号を週択する第2の可変波及週択フィルタを備えるとと** 前配所定故長の光信号を受储処理する受信処理年段と、 2 8

前配第1ないし第3の可変破長選択フィルタのうち少な くとも1つは、前水項1、8または前水項19に配破のス ペクトルモニタであって、

間において、

前配第1ないし第3の可変被長週収フィルタのうち少な たはスペクトルモニタとして使用するかを制御する題以 くとも1つを可変故長遺択フィルタとして使用するかま 制御手段とをさらに備え、 前配第1ないし第3の可変被長週択フィルタのうち少な タとしての機能を兼ね備えることを特徴とする分岐・抑 くとも1つは、可変故長題択フィルタとスペクトルモニ 入装配。

3

[発明の詳細な説明]

[000]

クに使用される光道情機器において、温度変化や稀年変 ケメディアネットワークの情報を目指し、超長距離でか を実現する方式として、被長分割多頂 (Wavelength-div に、光通信ネットワークにおいては、ネットワーク上の [発明の属する技術分野] 本発明は、光通倩ネットワー 化などによっても所留の故長の光信号を遊択することが できる可変故長選択フィルタおよびこの可変波長選択フ **イルタを使用した分岐・柳入坡囮に関する。 将来のマル つ大容品の光通信装置が要求されている。この大容量化** 各地点において必要において光信号を通過・分岐・何人 する機能、光伝送路を題択する光ルーティング、クロク 方式が、光ファイバの光帯域・大容量性を有効利用でき コネクト機能が必要である。このため、光信号を通過・ ision Niutiplexing、以下、「WDM」と略記する。) るなどの有利な点から研究開発が進められている。特 9

開発されている。このOADM装置は、固定被長の光信 DM装置と任意波長の光信号を分岐・挿入することがで 通過する光信号に対する故長特性はフラットである。そ して、遊択する故長が固定であるファイバーグレーティ ングと異なり、任意に被長を選択することができる。さ らに、可変被長꿜択フィルタでもあるので、端局間にお る。このような理由により、AOTFを使用したOAD exer) (以下、「OADM」と略配する。) 装置が研究 **身のみを分岐・挿入することができる波長固定型の○A** きる任意波長型のOADM装置がある。一方、音響光学 波長の光のみ抽出するように動作するため、AOTFを いて光信号を分岐・挿入する局であるトリビュータリ局 における波長避択フィルタとしても使用することができ チューナブルフィルタ (Acousto-Optic Tunable Filte r) (以下、「AOTF」と略記する。) は、選択する M装置が研究開発されている。

【従来の技術】図20は、従来のAOTFの構成を示す図である。図20において、AOTFは、圧催作用を示すニオブ酸リチウムの基板に2本の光導被路201、202は、互いと2箇所で交叉しており、これち2つの交叉する部分に偏光ビームスブリック(Polarization Beam Splitte け(以下、「PBS」と略記する。)203、204が設けられている。

[0003] また、2つの交叉する部分の間において、 2本の光導波路201、202上には、金属際のSAW ガイド206が形成されている。このSAWガイド20 6には、箱を交互にかみ合わせた電橋 (Inter Digital Transducer) (以下、「IDT」と略配する。) 205 にRF情号を印加することによって発生する解性表面数 (Surface Acoustic Wave )がG酸する。

(0004) このAOTFに入力する入力光は、TEモードとTMモードとが混在した光であるが、PBS203によってTEモードとTMモードに分かれて光導波路201、202を后限する。ここで、特定の周波数のRF信号を印加することにより弾性表面波がSAWガイド206と交叉している部分において2つの光導波路201、202の周折率は、周期的に変化する。このため、入力光のうち、この風折率の周期的な変化と相互作用をする波長の光のみTEモードとTMモードとが入れ替わる。そして、この入れ替わった光は、PBS204によって進行方向が変わり、相互作用をしたからた波長の光は、透して出力光となる。

[0-0 0 5] 一方、挿入される挿入光も同様に、PBS 20 3によってTEモードとTMモードとに分かれて光均改略20 1、20 2を進行し、弾性表面波と相互作用を起こし、特定の波長のみが各モードが入れ替わり、進

行方向が変わって挿入され出力光となる。このように、 AOTFは、RF信号の周波数に応じた波長の光のみを 迎択して分岐させることができ、さらに、このRF信号 の周波数を変化させることによって選択される光の波長 を変えることができるから、可変波長週択フィルタとし で作用する。 【0006】なお、本明細聾において、図20に示すニオブ酸リテウムの基板上に形成された光を分岐・挿入

(通過) する本体的分をAOTFまたはAOTF即と称し、この本体的分に光を分岐・挿入(通過)させるための周辺装置を付加し、これら全体を指すときは、可変被長遊択フィルタと称することとする。また、AOTFは、任意放長の光を分岐・挿入することができるから、OADM装置に使用することができる。本特許出層人は、このAOTFをOADM装置に使用した発明について特額平10-090383号として既に出頭してい

[0007] 次に、この未公開である特額平10-090383号に記載されているOADM装置について説明する。図21は、図20に示すようなAOTFを用いたOADM装置の第1の基本構成を示す図である。図21に示すOADM装置は、8つの該長の光信号を分域して受信処理することができ、8つの該長の光信号を分成して相入することができる場合を示している。ここで、光信号を受信処理する各構成は、各を同一であるので1つの構成を示し、残りの構成は、省略して図示していない。また、光信号を生成する各構成も、各々同一であるので1つの構成を示し、残りの構成は、省略して図示していない。また、光信号を生成する各構成も、各々同一であるので1つの構成を示し、残りの構成は、省略して図示していない。といない。

「0008」図21において、WDM光信号は、AOT 下部210に入力され、AOT下部210に印加された RF信号の周波数に対応する波長の光信号が、AOT下 面210の分岐ボートから分岐光信号として分岐する。 この分岐光信号は、光を増偏する光アンプ217によっ て増幅された後、1×8光カブラ218に入力する。 の1×8光カブラ218に入力する。こ の1×8光カブラ218に入力する。こ がって、分配された分岐光信号の各々には、AOT下部 がって、分配された分岐光信号の各々には、AOT下部 210によって分岐したすべての設長の光信号が含まれ でいる。このためAOT下部219によって、光受信機 220が受信処理する破長の光信号のみが選択され、光 受信機220により受信処理される。

10009]一方、挿入される挿入光伯号は次のようにして生成される。光顔となるレーザダイオード(以下、「LD」と略配する。)211は、挿入すべき光信号の放長に対応する故長のレーザ光を発光し、挿入する光信号の数だけ、図21では、8つ間意されている。これち8つにDからのレーザ光は、8×8光ガブラ212に入力する。8×8光ガブラ212は、8つの故長の光を合成し、この合成した光を8つに分配して分岐する。分

成した光は、光アンプ213によって増幅された後にAOTF部214は、8つの及長の光が多面する光の中から挿入光信号に使用したい改長の光が多面する光の中から挿入光信号に使用したい改長の光を選択して出力する。AOTF部214によって選択された光は、光変関器215によって変闘され、光信号となり、8×1光カブラ216に入力する。この8×1光カブラ216は、各政長の光信号を全設して挿入光信号を生成する。生成した挿入光信号は、AOTF部210に挿入ポートに入力される。

[0010] 挿入光信号は、上述のようにAOTF部210が所望の故長の光信号を分岐するだけでなく、分岐した故長と同一の故長の光信号を挿入するので、AOTF部210によって挿入され、分岐しないで通過するWDM光信号とともにAOTF部210の出力ボートからWDM光信号として出力される。このように、AOTFは、OADM装置のWDM指号を追ぶったのように、AOTFは、OADM装置のWDM指号を追ぶってのように、AOTFは、OADM装置のWDM指号を追ぶってのように、AOTFは、OADM装置のWDM指号を出成する部分に使用される。

[0011]図22は、図20に示すようなAOTF部を用いたOADM装置の第20基本構成を示す図である。図22に示すOADM装置は、8つの波長の光信号を分岐して受信処理することができ、8つの波長の光信号を生成して挿入することができる場合を示していること、光信号を受信処理する各構成は、各本同一であるので1つの構成を示し、残りの構成は、省略して図示していない。また、光信号を生成する各構成は、省略して以下いない。また、光信号を生成する格構成は、省略して図示していない。さらに、図21と同一の構成については、同一の符号を付し、その説明を省略する。

[0012] 図22において、WDM光信号は、光カブラ230に入力され、この光カブラ230によってWDM光信号は、2つに分岐する。分岐したWDM信号の一方は、AOT下部231に入力し、他方は、光アンプ217によって増幅され、1×8光カブラ218によって当によって増幅され、1×8光カブラ218によって8つに分配されて分岐し、AOT下部219に入力する。このAOT下部219によって8つのAOT下部219によって、光受信機220が受信が開手る移長の光信号のみが選択され、光受信機220により受信処理される。

【0013】一方、AOT下部231に入力したWDM 光信与は、受信処理する部分のAOT下部219と同一 の光信号であってWDM光信号の函数(奇数)のチャネ ルの光信号を選択し、何処にも接続していない選択ポートに出力する。したがって、AOT下部231によって 選択された数長の光信号は、捨てられる。AOT下部2 31を通過したWDM光信号は、AOT下部231によって 力する。このAOT下部232においても、受信処理す る部分のAOT下部219と同一の光信号であってWD M光信号の奇数(函数)のチャネルの光信号を選択し、

特開2000-241782

9

01

何処にも接続していない避択ポートに出力する。そして、AOTF部232を通過したWDM光借号は、光カブラ233に入力する。

[0014] ここで、AOTF部231...232を2段に縦続に後続したのは、AOTFの波長遊択特性の幅が広く、「1TUーT G.692勧告」で規定されるの・8nm開隔の波長の降り合う光信号を1つのAOTFで分岐しようとすると、クロストークが発生してしまったかである。このため、1段目のAOTF部231においてWDM光信号の商数(回数)帝目の光信号を選択させて、受信することができる程度にクロストークを減少させることができ

【0015】また、挿入される挿入光信号は、図21と同様に生成されるので、その説明を省略する。生成された挿入光信号は、光カブラ233に入力され、AOTF部231な通過したWDM光信号と合該され、WDM光信号として光伝送路に送出される。このように、AOTFは、OADM装置のWDM信号を通過・分岐・挿入する部分、挿入光信号を生成する部分はよび分域光信号を受信処理する部分に使用され

[0016]

【発明が解決しようとする課題】ところで、AOTFは、上述のようにRF倡号の周波数に応じた液長の光のみを選択して分岐させることができるが、選択遊長に対する温度依存性が高い。具体的には、同一周波数のRF信号を印加した場合に1℃温度が上昇すると選択族長が

0.8nm(100GH2)変化する。 [0017]このため、AOTFを使用したOADM装置において、0.8nm開隔で波長が配置されているWDM光信号では、20以上すっとしている波長の光信号に対し際の波長の光信号を選択してしまい問題である。また、OADM装置に使用されるAOTFをすべて同一温度で管理することは難しいことから、同一波長を選択するためにすべてのAOTFに同一周波数のR信号を目がしても同一波長を選択するためにすべてのAOTFに同一周波数のR信号を目がしても同一波長を選択するためにすべてのAOTFに同一周波数のR信号を目がしても同一波長を選択するためにするなり光信号を選択できないという問題が [0018] さらに、このRF信号によって選択される 改長は、AOTFの製造にともなう森子のバラツキや経 年変化などにも敏感であるという問題もある。また、上 述のようにAOTFにおける改長選択は、光をTEモー ドとTMモードとに分離し弾性表面故と相互作用させる ことによって前卸していることから偏弦が変化すると選 択される改長が変化するという問題がある。

NC41つのXX...なについいが...の3。 【0019】さらに、AOTFは、印加するRF信号の 入力強度によって過収される光の強度が変化するという 問題もある。このことは、図22のようなOADM装置 においてAOTFによって遊択ポートに出力される光の

ය

ることができる可変被長週択フィルタを提供することを 目的とする。 酢水項14に配板の発明では、AOTFで の発明では、AOTドで使用することに好適な、温度変 **収用することに好適な、温度変化や穏年変化などが生じ** [0020] そこで、前水項1ないし耐水項13に配載 ても所定波長の光信号を充分に遮断することができる可 化や穏年変化などが生じても所定故長の光信号を選択す 変波長退択フィルタを提供することを目的とする。

出される。

イルタを利用することによってOADM装置などに利用 [0021] 静水項15ないし静水項17に配載の発明 ■身を分岐・抑入することができる○ADM装置を投供 では、温度変化や穏年変化などが生じても所定被長の光 することを目的とする。請求項18、19に記載の発明 では、開水項1または開水項2に配載の可変波長週択フ [0022] 勘水項20に配做の発明では、開水項1ま たは精水項2に配線の可変被長選択フィルタを利用する ことによってスペクトルモニタの機能を兼ね備えたOA されるスペクトルモニタを提供することを目的とする。 DM装置を退供することを目的とする。

9, 10) 図1は、請求項1, 2, 3, 9, 10に配載 【瞑題を解決するための手段】(開氷項1,2,3, の発明の原理構成を示す図である。

[0023]

は、AOTF部10、光強度検出手段11、最大値判別 の構成要件であり、請求項1, 2, 3, 9に配載の可変 平段12、周波数制御手段13およびRF信号発生手段 .1 4から構成されている。ここで、AOTF部10と光 **強度検出手段11との間にある破線で示した第3の偏光** 年段18は、精水項10に配破の可変改長選択フィルタ [0024] 図1において、本可変波長選択フィルタ 故長週択フィルタの構成要件ではない。

**信号を合設するとともにRF債号に対応した数長の光信 50** RF信号の周波数に応じて特定波長の光信号を分岐およ ルタの原理について説明する。入力光信号は、印加する このAOTF部10は、開水項1,2,3に配載の可変 母と仰入すべき光信号とを合波するとともに合放した光 情号をTMモード光とTEモード光とに分岐する第1の 編光手段と、分岐したTMモード光を導放する第1の光 導波路とTEモード光を導放する第2の光導被路とにR F倍号を印加するRF信号印加手段と、このRF信号を 印加された第1の光導波路と第2の光導波路とからの光 [0025] まず、請求項1に記載の可変波長選択フィ 嵌長鄧択フィルタにおいて、具体的には、受光した光信 び仰入することができるAOTF即10に入力される。

母と他の波長の光信号とに分岐する第2の偏光手段とを 億えて構成される。 [0026] この第1および第2の光導波路に印加され た、AOTF部10によって遊択された光信号は、その 光強度を検出する光強度検出手段11に入力し、光強度 は、AOTF部10から光伝送路に出力光信号として送 RF信号発生手段14は、最大値判別手段12および周 破数制御手段13によってその周波数が制御される。ま るRF信号は、RF信号発生年段14によって発生し、 る。一方、AOTF部によって選択しなかった光信号 険出手段11の出力は、最大値判別手段12に入力す

度を受債して、所定被長の光債号に対する光強度の最大 は、光伝送路中に1故しかない場合は、容易に判別でき るが、WDM信号の場合には、ある関値以上の極大値の 略記する。)数とを対応させて判別する。例えば、所定 【0027】この最大値判別手段12は、RF信号の周 破数を変えながら光強度検出手段11から光信号の光強 値を判別し、この限大値を与えるRF信号の周波数を周 波長の光信号が c h 3 である場合には、3 番目の極大値 数と所定被長の光備号のチャンネル (以下、「ch」と 破数制御手段13に出力する。この所定被長の光倡号 が所定被長の光信号の極大値である。

うな構成の請求項1に配載の可変波長選択フィルタにお 故数と選択故長との関係は、温度が変化しても常に一定 の関係があるから、所定故長を選択するRF債号の周故 数が判れば、特定放長を選択するRF倡号の周波数も判 るからである。この場合には、周波数制御手段13にお [0028] 周波数制御手段13は、所定改長の光信号 に対して光強度の最大値を与える周波数のRF信号を発 生するようにRF信号発生年段14を制御する。このよ のため温度変化などにより特定波長を分岐・挿入するR 【0029】なお、可変被長遡択フィルタによって遡択 故数を探すための光信号の所定故長とは、同一の故長で も異なる故長でもよい。後述するように、RF信号の周 いては、最大値判別手段12によって所定改長の光強度 する光信号の特定被長とそのために適正なRF信号の周 いて所定波畏を選択するRF信号の周波数と特定波畏を が最大値となるようにRF倡号の周波数を制御する。こ に、特定波畏の光倩号を分岐・挿入することができる。 F信号の周波数がずれたとしても補償されるので、常 選択するRF伯号の周波数との対応付けを行う。 2

は、RF倡母の周波数を第1の周波数間隔で変えながら ルタの原理について説明する。請求項2に記載の可変数 て、この所定被長の光倡号に対する光強度の第1の最大 値を判別する。さらに、この第1の最大値を与えるRF 長選択フィルタにおいては、上述の最大値判別手段12 光強度検出手段11によって所定波長の光信号を検出し 信号の周波数の前後の周波数範囲においてRF信号の周 【0030】次に、請求項2に配轍の可変波長選択フィ

で変えながら光強度検出手段11によって所定故長の光 信号を検出して、所定故長の光信号に対する光強度の第 2の及大値を判別する。そして、この第2の仮大値を与 故数をその第1の周故数間隔より狭い第2の周波数間隔 えるRF借号の周波数を周波数制御手段13に出力す

彼長蹬択フィルタと同一であるので、その説明を省略す 化させて所定故長に対する最大値を大雑把に探す。その 後、その最大値を与えるRF倡母の周波数に対して、前 後の周故数範囲で、RF信号の周波数を狭い開隔で変化 [0031] なお、他の構成は、請求項1に配做の可変 る。このように初めにRF倡号の周波数を広い明隔で変 め、耐水項2に記載の可変被長遡択フィルタは、酌水項 より正確に最大値を判別することができるから、より選 1に記載の可変波段選択フィルタに較べより遊くしかも くしかもより正確に特定改長の光信号を選択することが させて所定故長に対する最大値を正确に探す。このた

ルタの原理について説明する。 舶水項3に記載の可変故 長邉択フィルタは、静水項1に配載の可変被長邉択フィ に、周波数制御手段13は、この特定被長の光信号にお ける光強度が最大値となるようにRF信号の周波数を制 [0032] 次に、開水項3に配載の可変波長週択フィ ルタにおいて、特定改長の光信号の週択を変更する度

母を選択することができる。次に、請求項9に記載の可 【0033】このように特定改長の光信号を選択する度 に、特定波長の光倩号を選択するRF借号の周故数を探 すから、温度変化などによって特定波長を選択するRF **信号の周波数がずれたとしても、正確に特定改長の光信** 変数長週択フィルタの原理について説明する。 前水項 9 0は、RF債号印加手段を第1の光導波路に第1のRF 借号を印加する第1のRF倡号印加手段と第2の光導波 路に第2のRF信号を印加する第2のRF信号印加手段 は、それら第1のRF倩号印加手段と第2のRF倩号印 加手段とに異なる周波数のRF債号を供給するように構 に記載の可変波長選択フィルタにおいて、AOTF部1 とで構成する。これに対応してRF信号発生手段14

[0034] なお、他の構成は、請求項1に配做の可変 故長選択フィルタと同一であるので、その説明を省略す る。一般に、AOTFは、【従来の技術】の項において 説明したように、TEモードとTMモードとに分かれて 光導波路を進行し、弾性数面波と相互作用を起こし、特 定波長の各モードが入れ替わることによって、特定波長 の光を選択する。このとき、TEモードをTMモードに 入れ替える最適なRF信号の関波数とTMモードをTE モードに入れ替える最適なRF信号の周波数とは、互い 【0035】このため、前水項9に配載の可変波長週択

**核国2000-241782** 

8

期米項1に配載の可変徴長週択フィルタに較べより正確 フィルタの構成とすることにより、各モードに対し限大 **値判別手段12において個別にRF情号の周波数を変化** させることができ、その結果に基ろいて各モードに対し 異なる周波数のRF俳号を印加することができるから、 に特定波長の光信号を選択することができる。

イルタの原理について説明する。 酌水項10に配載の可 個号印加手段を第1の光導波路に第1のRF債号を印加 する第1のRF 慣号印加手段と第2の光導被路に第2の [0036] 次に、 舶水項10に配破の可要改長週択フ 変波長週択フィルタにおいて、AOTF削10は、RF RF債号を印加する第2のRF債号印加手段とで構成す る。これに対応してRF側号発生手段14は、それら算 1のRF信号印加手段と第2のRF信号印加手段とに異 なる周波数のRF倡身を供給するように構成する。

度を検出する第2の光強度検出年段との2つの光強度検 て出力される光信号をTMモードとTEモードとに分岐 して光強度検出手段11に出力する。これに対応して光 **強度検出手段11は、第3の偏光手段18から出力され** るTMモードの光油度を検出する第1の光油度検出年段 と第3の個光手段18から出力されるTEモードの光強 る。この第3の偏光手段18は、AOTド部から遊択し 油度検出手段11との間に第3の偏光手段18を散け 出手段で構成する。

23

[0037] また、上述したようにAOTF師10と光

**故長遺択フィルタと同一であるので、その説明を省略す** る。このように構成することにより、TMモード、TE えているので、TEモードに対し最適なRF信号の周波 数とTMモードに対し、適なRF信号の周波数とを独立 変数長週択フィルタは、正確に特定放長の光信号を週状 [0038] なお、他の構成は、静水項1に配載の可変 モードの各モードに対し個別に光抽度検問年段11を備 に探すことができる。そのため、精水項10に配位の可 することができる。

あるが、最適なRF信号の周波数を探すための時間より 股適なRF借号の周波数を探していたのでは、偏光の回 は、耐水項10に配位の可変波長週択フィルタが有効で も高速に偏光が回転している場合には、上述のようにT 伝に迫随できない。この場合には、前水項9に配做の可 [0039] 一方、個光がゆっくり回覧している場合に EモードとTMモードとを分離して各光強度を検IIIして 変徴長週択フィルタの方が有利である。

[0040] ここで、開水項1, 2, 3, 9, 10に配 **板の可変波長辺収フィルタにおいて、仰入すべき恒入光** 信号がある場合には、抑入光信号もAOTF 節10に入 力され、AOTF部10においてRF信号による弾性教 面波と相互作用をして出力光情号として光伝送路に出力

(請求項4ないし前求項8) 初めに、請求項4ないし前 50 水項6に配載の可変数長選択フィルタに共通な事項につ される。

Xは、温度aにおけるRF信号の周波数と選択故長との 長であり、横軸は、MHz単位で表示したAOTFに印 [0041] 図2は、温度変化に対するRF信号の周波 加されるRF信号の周波数である。図2において、直線 関係を示すグラフであり、直線Yは、温度もにおけるR μ m 単位で表示した A O T F によって選択される選択被 数と選択波長との関係を示す図である。図2の縦軸は、 F信号の周波数と選択故長との関係を示すグラフであ

して一定である。すなわち、単位RF佰号の周波数変化 し0.8nmだけ選択故長は、シフトする。しかし、図 [0042] このように、AOTFは、RF信号の周故 数が同一の場合において、その温度が変化すると選択波 長も、変化する。上述したように、1 ℃の温度変化に対 2に示すように直線Xと直線Yの傾きは、温度変化に対 に対する選択故長変化は、温度変化に対して一定であ

らず、すべてのAOTFに共通の事実である。 静水項4 故長を選択する際に、この物理現象を利用して温度変化 よって、特定放長を選択するRF倡号の周放数も判るこ ないし請求項6に配載の可変改長選択フィルタは、特定 遊択波長との関係は、直線であってしかも温度変化に対 【0043】この事実は、請求項4ないし請求項6に限 を補償するものである。すなわち、RF信号の周波数と してその傾きが一定であるので、特定故長を選択する際 の温度においてRF信号の周波数と避択波長との関係が いずれか一点だけ判れば直線が引けるから、その温度に おける任意の波長を選択するRF信号の周波数が判る。 とになる。

号発生手段24から構成される。まず、請求項4に配載 イルタは、基準信号挿入手段20、AOTF部10、基 **準備号検出手段21、周波数資菓手段23およびRF信** フィルタについて説明する。図3は、請求項4,5に記 の可変波長選択フィルタの原理について説明する。入力 その波長数が既知である基準信号を入力光信号に挿入す [0044] 次に、請求項4,5に記載の可変被長避択 韓の発明の原理構成を示す図である。図4は、基準信号 [0045] 図3および図4において、本可変長選択フ 光信号は、この入力光信号の故長を除いた故長であって (b) は、基準信号が2つである場合を示す図である。 は、基準個号が1つである場合を示す図であり、図4 とWDM光信号との関係を示す図である。図4.(a)

[0046] ここで、基準借号は、図4 (a) に示すよ うに、32故のWDM光信号の信号改長帯から離れた位 1の外側の波長に1つ配置される。もちろん、c h 1の 外側の故長に配置する代わりに基準倡号を破線で示すよ **置であってチャンネル(以下、「ch」と略記する。)** うにch32の外回の波長に1つ配置してもよい。ま る基準債号挿入手段20に入力される。

た、基準信号は、図4 (b) に示すように、32故のW の外側の故長 (第1の基準信号) とこり32の外側の故 DM光信号の信号被長帯から離れた位置であって ch 1 段 (第2の基準信号) とに2つ配置される。

【0047】この基準信号とともに入力光信号は、印加 することができるAOTF部10に入力される。このA OTF部10は、請求項1に配載の可変被長選択フィル タと同様であるのでその説明を省略する。このAOTF **部10の第1および第2の光導波路に印加されるRF信** 号は、RF信号発生手段24によって発生し、RF信号 発生手段24は、周波数預算手段23によってその周故 するRF倡号の周波数に応じて特定故長の光信号を選択 数が制御される。 【0048】また、AOTF部10によって分岐した光 1月号は、基準1月号を検出する基準11号検出手段21に入 力される。一方、AOTF部によって分岐しなかった光 個号は、AOTF部10から光伝送路に出力光信号とし て送出される。この基準信号検出手段21の出力は、周 故数演算手段23に入力され、周波数演算手段23は、

ន

した場合におけるRF信号の周波数と基準信号の波長数 RF信号発生手段24によって発生するRF信号の周故 数を変えながら基準個号検出手段21が基準信号を検出 とに基づいて可変波長選択フィルタによって選択される 代信号の波長数とRF信号の周波数との関係を演算す 【0049】このような構成の請求項4に記載の可変故 てRF債母の周波数を基準信号検出手段21が基準信号 を検出するまで変化させる。そして、周波数演算手段2 RF信号の周波数と基準信号の改長とからRF信号の周 畏選択フィルタにおいては、周波数演算手段23によっ 3は、基準信号検出手段21から出力を受信したときの 故数と選択故長との関係を演算する。

[0050] この復算方法は、基準信号が図4(a)の に対する選択波長変化の値を記憶しておき、その傾きの 係を演算する。そして、この基準信号の被長とこり1の 直および1組の判別されたRF信号の周波数と基準信号 の被長との値から、RF信号の周波数と選択波長との関 ように1 つである場合には、単位RF倡号の周波数変化 故長との差および各ch間の故畏差も判ろので、各ch を選択するRF信号の周波数も放算することができる。

と基準信号の波長との値から、RF信号の周波数と選択 つである場合には、2組の判別されたRF信号の周波数 放長との関係を演算する。そして、第1の基準信号の改 長とch1の被長との差、第2の基準債身の被長とch 各chを選択するRF信号の周波数も演算することがで [0051] また、基準信号が、図4 (b) のように2 32の波長との差および各ch間の波長差も判るので、

[0052] こうしてある温度におけるRF信号の周波 数と選択故長との関係が判別されるので、温度変化など

特開2000-241782

信号は、光信号の波長とこの波長における光強度とを監 手段32は、伝送する光信号の改長を分岐させない周故 [0057] AOTF部10によって遊択しなかった光 視するスペクトルモニタ31に入力される。 なお、AO TF部10によって選択した光倩号がスペクトルモニタ 31に入力される場合については、後述する。故長判別 数であって光増幅器で発生したASEのうちいずれかの 彼長を分岐させる既知の周波数のRF信号を発生させ、 を検出する。既知の周波数のRF信号をAOTF部10

に印加するとそれに対応する改長のASEが選択される ので、図6に示すように、選択された部分のASEの光

スペクトルモニタ31からの出力によってASEの故長

強度が減少して儲みを作る。この積みを被長判別手段3

2によって検出することによって 1 組のR F 信号の周故

の値に基づいて可変被長弾択フィルタによって選択され る。この演算力法は、単位RF信号の周波数変化に対す び1組の判別されたRF信号の周波数とASEの波長と の値から、RF信号の周波数と選択被長との関係を演算 [0058] 跛長判別手段32によって判別された1組 のRF信号の周故数と選択故長との関係は、周故数演算 手段33に出力され、周波数領算手段33は、この1組 る光信号の放長数とRF信号の周故数との関係を演算す る選択波長変化の値を配憶しておき、その傾きの値およ 数と選択故長との関係を判別することができる。 2

れるので、温度変化などにより特定改長を選択するRF 倡号の周波数がずれたとしてもその特定政長の光倡号を 選択することができる。次に、請求項7に記載の可変故 長遠択フィルタの原理について説明する。図7は、請求 【0059】このように構成することにより、ある温度 におけるRF信号の周波数と選択波長との関係が判別さ

力光信号は、印加するRF信号の周波数に応じて特定故 変数長選択フィルタと同様であるのでその説明を省略す る。このAOTF部10の第1および第2の光導波路に AOTF部10、スペクトルモニタ41、周故数領算手 長の光信号を選択することができるAOTF部10に入 力される。このAOTF部10は、請求項1に記載の可 発生し、RF信号発生手段44は、周波数領算手段43 によってその周波数が制御されるとともに印加している 段43およびRF信号発生手段44から構成される。入 印加されるRF信号は、RF信号発生手段44によって [0060]図7において、本可変長遊択フィルタは、 項7に配載の発明の原理構成を示す図である。 \$

個号は、光個号の改長とこの被長における光強度とを監 視するスペクトルモニタ41に入力される。周故教演算 【0061】AOTF部10によって強択しなかった光 ペクトルモニタ41から出力される光信号の改長とこの 手段43は、RF債号発生手段44からAOTF部10 に印加しているRF信号の周波数を監視するとともにス RF信号の周波数を周波数領第手段43に出力する。

おいて、基準信号の被長数は、光信号を伝送する被長帯 れたとしてもその特定故長の光信号を選択することがで きる。次に、請求項5に記載の可変被長避択フィルタの 原理について説明する。請求項5に記載の可変被長選択 フィルタは、精水頃4に配載の可変被長避択フィルタに により特定故畏を分岐・挿入するRF倡号の周改数がず 域の端の故長数に配置される。

~1490nm) , SAYF (1490nm~1530 坦な利得特性ではなく、各パンドの境界付近において利 得が急激に減少する。そのため、各バンドの境界付近の nm)、Mベンド (1530nm~1570nm)、L ド (1610 nm~1650 nm) がある。これら各バ が、この光増偏器の利得特性は、パンド全体に亘って平 故長には光信号を配置しないので、ここに基準信号を配 置することにより、基準信号をこれを使用する可変故長 **題択フィルタだけにとどめ、他の可変故長選択フィルタ** に影響しないようにすることができる。特に、光通信ネ ットワークの光伝送路に配置される中継光増幅器によっ イルタを使用したOADM装置だけに基準信号をとどめ 【0053】光通信ネットワークにおいては、光倡号を 広送する故長帯域に応じて、S+パンド (1450nm パンド (1570nm~1610nm) およびL+パン て基準信号は、増幅されないので、この可変被長選択フ 光通信ネットワーク内に送出しないようにすることがで ンドに応じて光信号を増幅する光増幅器が使用される

の発明の原理構成を示す図である。図6は、ASEの億 みとWDM光信号との関係を示す図である。図5および 年段32、周波数演算手段33およびRF信号発生年段 ルタの原理について説明する。図5は、請求項6に記載 0、AOTF部10、スペクトルモニタ31、故長判別 [0054] 次に、請求項6に記載の可変波長選択フィ 図6において、本可変長週択フィルタは、光増幅器3

2

sion)という。入力光信号は、図6に示すようにこのA [0055] 入力光信号は、この入力光信号を含む故長 増幅器の増幅媒質中で自然放出光が発生し、この自然放 出光は、増幅すべき光伯号と同じように増幅され白色維 音となる。これをASE (Amplified Spontaneous Emis **帯域を増幅する光増幅器30に入力される。一般に、光** SEを含む光信号となる。

34から構成される。

ಜ 生手段34は、波長判別手段32および周波数演算手段 ることができるAOTF部10に入力される。このAO と同様であるのでその説明を省略する。このAOTF部 10の第1および第2の光導波路に印加されるRF信号 [0056] このASEを含んだ入力光信号は、印加す TF部10は、請水項1に記載の可変波長選択フィルタ は、RF信号発生手段34によって発生し、RF信号発 るRF信号の周波数に応じて特定故長の光信号を避択す 33によってその周波数が制御される。

**坂及における光強度とを受信する。** 

ので、スペクトルモニタ41の出力からどのこhがAO る。こうして周波数位算手段43は、判別された1組の [0062] WDM光信号の各chの改長が判っている RF信号の周波数と選択波異とに基づいて可変波長週択 フィルタによって選択される光信号の波長数とRF信号 TF部10によって選択されたか判別することができ の周波数との関係を複算することができる。

化に対する選択破長変化の値を配億しておき、その傾き [0063]この荷菓方法は、単位RF信号の周波数変 の値および1組の判別されたRF信号の周波数と週択波 長の波長との値から、RF信号の周波数と週択波長との 国係を資菓する。このように構成することにより、ある 個度におけるRF債母の周波数と選択波長との関係が判 別されるので、温度変化などにより特定波長を選択入す るRF倩母の周波数がずれたとしてもその特定故長の光 信号を選択することができる。

故するとともに合故した光備身をTMモード光とTEモ [0064] (開氷項8) 開氷項8に配載の可変被長題 一ド光とに分岐する第1の隔光手段と、この第1の隔光 **択フィルタは、受光した光信号と抑入する光信号とを合** 年段によって分岐したTMモード光を導放する第1の光 **導政路に第1のRF信号を印加する第1のRF信号印加 年段と、第1の偏光年段によって分岐したTEモード光** を導破する第2の光導破路に第2の、RF個号を印加する 筑2のRF信号印加手段と、第1のRF信号を印加され た第1の光導波路と第2のRF信号を印加された第2の 光信号と分岐すべき光信号とに分岐する第2の隔光手段 とを仰えて構成され、第1のRF俳号の周波数および第 光導波路とからの光信号を合致するとともに送出すべき 2のRF信号の周波数とに応じて特定波長の光信号を選

[0065] 上述したように、TEモードをTMモード Eモードに入れ替える股適なRF債号の周波数とは、互 モード、TMモードの各モードに対し異なる周波数のR いに弱なるが、このような構成とすることにより、TE に入れ替える最適なRF信号の周波数とTMモードをT F債号を印加して細かい関戦をすることができるから、 圧血に特定波長の光倩号を分岐・押入することができ

1 および開水項12は、RF併号の安定化に関する技術 で以下その動作は、トラッキングと称する。後に述べる スキャンニングと区別するため、スキャンニングとトラ ッキングについて定義する。スキャンニングとは、光強 に、RF信号の周波数を第1の周波数即隔で変えながら 光強度検出手段によって所定波長の光信号を検出し、そ の光強度が最大となる第1の最大値を判別する動作をい [0066] (開水項11および開水項12) 開水項1 哎の最大値を与えるRF俳号の周波数を判別するため

検出手段によって所定被長の光信号を検出し、その光強 【0067】トラッキングとは、前後の周波数範囲(土 akHz)においてRF倡号の周波数をその第1の周波 数間隔よりも狭い第2の周波数間隔で変えながら光強度 度が最大となる第2の最大値を判別し、その第2の最大 値を与えるRF佰号の周波数を周波数制御手段に出力す る動作を定期的に行い、温度変化や穏年変化など周囲の 取境が変化し、可変改長選択フィルタ(AOTF)の特 性変化により第2の最大値を与えるRF信号の周波数が 変化しても、追従することのできる動作をいう。

[0068] 図8は、請求項11, 12に配破の発明の 原理構成を示す図である。なお、図8は、開水項1を基 本とした請求項11に記載の発明の原理構成を示す図で は、その説明を省略する。図8において、本可変被長選 から構成されている。なお、額水項1と同一の構成につ 及大位判別年段12、周波数制御手段13、重費年段5 0、トラッキング年段52およびRF信号発生年段54 あり、この場合について以下に説明し、前求項4、6、 択フィルタは、AOTF部10、光強度検出手段51、 7、8を基本とした静水項11に記載の発明について いては、同一の符号を付し、その説明を省略する。

れ、このAOTF都10によって選択した光信号は、そ の光強度を検出する光強度検出手段51に入力し、光強 って選択しなかった光信号は、AOTF部10から光伝 度検出手段51の出力は、最大値判別手段12およびト ラッキング年段52に入力する。一方、AOTF前によ [0069] 入力光倩身は、AOTF部10に入力さ 送路に出力光信号として送出される。

[0070] このAOTF部10の第1および第2の光 **蒋波路に印加されるRF信号は、RF信号発生手段54** によって発生し、トラッキングを行う場合には、RF倩 号に10kHzから1MHzの周波数の変闘信号が重張 年段50によって重量される。また、RF信号発生手段 54は、最大値判別手段12、周波数演算手段13およ びトラッキング手段52によってその周波数が制御され 【0071】 最大値判別手段12の出力は、周波数制御 うに、特定改長を選択するようにRF倡号の周波数を制 手段51によってAOTF部10から分岐して出力され 年段13に入力され、前水項1の原理説明で説明したよ **御する。そして、トラッキング年段52は、光強度検出** 所定改長の光信号の光強度が最大値に維持されるように る光偖号からRF偖号に重畳された変調信号を検出して RF信号発生手段54を制御する。

に配載の可変波長選択フィルタは、一度、特定波長の [0072] このように構成することにより、請求項1 トラッキングによって最適なRF倡号の周波数が制御さ れ、維持される。さらに、トラッキングのための変臨信 号は、10kHzから1MHzの周波数のいずれかの周 光信号を選択するRF信号の周波数が判別された後は、

(ABC) 回路における光信号には既に1kHzの変調 号は、10kHz以上とするので、このABC回路の変 **信号がかけられているが、トラッキングのための変調値** 閥信号と混同することがない。一方、トラッキングのた めの変異信号は、1MHz以下とするので、例えば、R タを正弦波となるようにCPUによって制御してその変 顕信号を発生させても、高速な変闘、同期検波ではない F 信号発生手段 5 4 内における P L L 回路の周改数デー **皮数とする。LN変闘器の可変パイアスコントロール** から、CPUの負担となることがない。

[0073] 次に、請求項12に配倣の可変顕投波長フ イルタの原理について説明する。 静水項12に記載の可 変被長週択フィルタは、故長分割多肌方式の光信号を伝 送する光伝送路に接続され、可変長週択フィルタは、前 生するRF倡号の周波数は、波畏分割多肌方式の光倡号 間隔に対応するRF信号の周波数の範囲内で変化するよ **水項11に記載の可変被長避択フィルタであって、トラ** ッキング手段によって制御されるRF信号発生手段が発

2 [0074] トラッキングをかける場合にトラッキング に影響を与えてしまう。しかし、このようにすることに のための変調信号の周改数を大きく振ると隣接するch 8nm開隔のWDM光信号の場合では、隣接するch間 に対するRF信号の周波数の差は、90kH 2 であるか [0075] (請求項13) 請求項13に記載の可変故 長選択フィルタは、同一基板上に複数形成され、この複 数の可変波長選択フィルタの温度を同一に制御する温度 制御手段をさらに備えて構成され、可変長選択フィルタ ら、他のchに影響を与えることがない。例えば、0. ら、土45kHz以下の周波数でトラッキングを行う。 より、大きく外れた周波数が印加されることがないか 可変故長選択フィルタである。

【0076】OADM装置に使用されるAOFTは、従 来個別に温度制御を行っているが、すべてのAOFTを 0. 1℃単位で同一温度に制御することは困難をともな う。また、OADM装置の動作を保証するために広い福 TFを同一の基板上に形成することにより、隣り合うA 度範囲、例えば、0℃ないし60℃に且ってAOTFの 温度を正確に制御することは困難を伴う。しかし、AO **OTFをほぼ同一の温度に削御することができ、しかも** AOTFの特性もほぼ同一にすることができる。そのた め、まず、期求項1ないし間求項12のいずれか1項に 記載の可変波長選択フィルタによって所留の波長の光信 **号を分岐・挿入できるようにしてから、他のAOFTを** 動作させるようにすれば、他のAOFTにおいても所留 の波長の光信号を分岐・挿入することができる。

2 ットワークの光伝送路に接続しないで、所留の故長の光 [0077] また、 静水項1、4、6、7、8のいずれ か1項に配載の可変被長週択フィルタの出力を光通信ネ

(12)

**角号を選択できるか否かの確認専用とし、他のAOTド** を実際の運用用とすれば、観った波長の光倩号を選択す

特開2000-241782

(開水項14) 図9は、 開水項14に配載の発明の原理 構成を示す図である。なお、図9は、開水頂1を基本と した相求項14に配載の発明の原理構成を示す図であ 、8を基本とした酢水項14に配破の発列について り、この場合について以下に説明し、耐水項4、6、 は、その説明を省略する。

は、(リジェクト光の光効度/入力光の光強度)をdB Oに示すように AOTFによって遊択する光の強度であ るリジェクションレベルは、RF信号の入力強度に依存 し、特定の入力強度の場合に衝大値になる。なお、この 特性は、RF周波数を変化させてもほぼ同様の特性とな [0078] 図10は、RF(情母の入力強度とリジェク d B m 単位で教示したRF係号の入力強度である。図1 ションアベルトの国席を示す。図である。 図10の統領 単位で接示したリジェクションアベルであり、 板管は、

[0079] 図9および図10において、本可変被長辺 最大值判別手段12、強度最大值判別手段62、周波数 制御手段63およびRF債号発生手段64から構成され ている。なお、前米項1と同一の構成については、同一 択フィルタは、AOTF部10、光蚰度協出年段61、 の符号を付し、その説明を省略する。

度検出手段61の出力は、最大値判別手段12および強 の光強度を検川する光強度検出平段61に入力し、光強 よって選択しなかった光倩号は、AOTF部10から光 度段大値判別手段62に入力する。一方、AOTF前に れ、このAOTF部10によって選択した光信号は、そ [0080] 入力光信号は、AOTF部10に入力さ 伝送路に出力光信母として送出される。

[0081] また、このAOTF部10の第1および第 2の光導波路に印加されるRF債母は、RF債母発生 段64によって発生し、RF信号発生年段64は、股大 值判別手段12、強度最大值判別手段62および周波数 資算手段 6 3 によってその周波数が開御される。 限大値 九、 削水項1の原理税別で税別したように、特定被長を 判別手段12の出力は、周波数制御手段63に入力さ 遊択するようにRF信号の周波数をまず関御する。

[0082] そして、地度最大値判別年段62は、この 光強度の最大値を与えるRF信号の周波数を維持した状 **嘘で、RF信号発生年段日4により発生するRF信号の** 出力強度を変えながら光効度検出手段11によって所定 皮長の光信号を検出して、この所定改長の光信号に対す **鱼度最大値判別年段 B 2 からこの最適なR F 信号の入力 血度の値を受信し、最適なRF信号の周波数と入力強度** る光強度の最大値を判別する。周波数制御手段83は、 とによりRF信号発生手段を制御する。

[0083] こうして図10に示すリジェクションレベ

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/

**ルの極大値を与えるRF俳号の入力強度を判別すること** ができるから、請求項14に記載の可変被長避択フィル タは、特定被畏を分岐・挿入するRF倡号の周波数だけ でなく、RF債号の入力強度も最適化することができ

**Rフィルタと、前配可変破長選択フィルタに印加する前** [0084] (請水項15) 請水項15に配載のOAD 応じて特定破長の光信号を分岐及び挿入する可変被長選 記RF信号を発生するRF信号発生手段と、前記可変波 M装置は、波長分割多重方式の光信号を伝送する光伝送 路に接続されるとともに、印加するRF信号の周波数に 長選択フィルタによって分岐した光信号を受信処理する 受信処理手段と、前配可変被長週択フィルタに挿入する 光倡号を生成する光倡号生成手段とを備えるOADM装 **囵において、可変故長選択フィルタは、n 個の光信号を** 分岐または個入することができ、RF倡号発生手段は、 (n+1) 個であることで構成する。

手段をOADM装置において分岐・挿入する数より1つ ・ 申入する場合には、可変故長選択フィルタに分岐・ 挿 RF信号発生手段が分岐・挿入する光信号と同数である hを分岐・挿入するのに使用しなければならない。その 挿入する場合に使用していないRF 信号発生手段の周波 [0085] OADM装置で複数の被長の光信号を分岐 と、あるこりから他のこりを分岐・挿入する場合に、使 用していないRF偕号発生手段がないから、あるchを 分岐・挿入するのに使用したRF信号発生手段を他のc ため、あるこりから他のこれを分岐・挿入するためにR F信号の周波数を連続的に変化させなければならないか ら、その間のchも分岐・挿入することになりその間の c h に影響を与える。しかし、このようにR F 信号発生 数を他のchを分岐・挿入する周波数に合わせてから可 入する光俳号の数に応じた複数のRF俳号を印加する。 多く備えることにより、あるこれから他のこれを分岐・ 変数長選択フィルタに印加することができる。このた め、その間のchに影響を与えることがない。

て、第1ないし第3の可変改長週択フィルタのうち少な 改長選択フィルタと、前記第1の可変故長選択フィルタ [0086] (精水項16) 精水項16に配破のOAD M装置は、波長分割多角方式の光信号を伝送する光伝送 択する第2の可変波長週択フィルタを備えるとともに眩 定故長の光信号を受信処理する受信処理手段と、複数の 故長を持つ光から所定故長の光を選択する第3の可変故 長選択フィルタを備えるとともに放第3の可変被長選択 路に接続されるとともに、印加するRF信号の周波数に 応じて特定被長の光倡号を分岐及び挿入する第1の可変 によって分岐した光信号の中から所定故長の光信号を選 第2の可変波長選択フィルタによって選択された前配所 フィルタによって選択された前配所定故長の光を変調し て前記第1の可変被長選択フィルタに挿入する光信号を 生成する光信号生成手段とを備えるOADM装置におい

くとも1つは、静水項1、4、6、7、8のいずれか1 頁に記載の可変波長選択フィルタである。

5RF信号がずれたとしてもそのずれを補償する請求項 るので、常に、正確に特定改長の光信号を分岐・挿入す [0087] 請求項16に配載のOADM装置は、この ようにOADM装置に使用される可変改長選択フィルタ を温度変化などにより特定波長の光信号を分岐・挿入す 1ないし耕水項14に配載の可変選択波長フィルタとす ることができる。

[0088] さらに、前水項16に配載のOADM装置 は、トラッキングも行う可変波長選択フィルタを使用す る場合には、一旦特定故長の光信号を分岐・挿入するR F個号の周波数が判別されれば、常に特定波長を分岐・ **挿入するようにRF信号の周波数を維持することができ** 

号生成手段とを備えるOADM装置において、第1の可 変被長週択フィルタは、請求項1、4、6、7、8のい (請求項17) 請求項17に記載のOADM装置は、被 見分割多重方式の光信号を伝送する光伝送路に接続され るとともに、印加するRF信号の周波数に応じて特定故 長の光信号を分岐及び挿入する第1の可変故長選択フィ ルタと、前配第1の可変被長週択フィルタによって分岐 した光信号の中から所定故長の光信号を選択する第2の 可変故長選択フィルタを備えるとともに眩算2の可変故 長選択フィルタによって選択された前記所定被長の光信 号を受信処理する受信処理手段と、複数の波長を持つ光 から所定波長の光を選択する第3の可変波長選択フィル タを備えるとともに腋箅3の可変波長選択フィルタによ って選択された前配所定波長の光を変調して前配第1の 可変波長選択フィルタに挿入する光信号を生成する光信 ずれか1項に記載の可変波長選択フィルタであって請求 項1、4、6、7、8の可変被長選択フィルタを複数個 **桜棿に接続する。** 20

つの可変波長選択フィルタのAOTF部では特定波長の ない場合でも、可変故長選択フィルタを複数個縦続に接 た、前述したように可変故長選択フィルタのAOTF部 A D M装置では、可変改長選択フィルタを複数個の縦続 続するので、所定のレベルまで遮断することができるよ の波長選択特性の幅が広く、「ITUーT G. 692 助告」で規定される0.8nm関隔の波長の隣り合う光 個号を1つのAOTFで分岐しようとすると、クロスト ークが発生してしまう。しかし、請水項17に記載のO 接続とするので、1段目の可変波長選択フィルタにおい 段目の可変波長週択フィルタにおいてト番目から離れた WDM光信号のm番目の光信号を分岐・挿入させ、以下 同様に前段の可変波長選択フィルタにおいて分岐・挿入 【0089】このような可変被長選択フィルタでは、1 光信号を所定の光強度のレベルまで遮断することができ てWDM光信号のk番目の光信号を分岐・挿入させ、2 うにリジェクション特性を改善することができる。ま 2

する光信号とは離れた故長の光信号を後段の可変故長選 **Rフィルタに分岐・挿入させることにより、クロストー** クを減少させることができる。 【0090】例えば、可変故長避択フィルタを2個の縦 においてWDM光信号の偶数(奇数)番目の光信号を分 WDM光信号の奇数(偶数)番目の光信号を分岐・挿入 岐・挿入させ、2段目の可変故長選択フィルタにおいて させることにより、クロストークを減少させることがで **税接続とした場合には、1段目の可変波長選択フィルタ** 

により特定放長の光倡号を分岐・挿入するRF倡号がず れたとしてもそのずれを補償する請求項1ないし請求項 【0091】さらに、請水項17に記載のOADM装置 は、縦枕接続する可変故長選択フィルタを温度変化など 14に記載の可変波長選択フィルタとするので、常に、 正確に特定波長の光倡号を分岐・挿入することができ

る場合には、一旦特定故長の光信号を分岐・挿入するR **挿入するようにRF信号の周波数を維持することができ** は、トラッキングも行う可変被長避択フィルタを使用す F信号の周波数が判別されれば、常に特定波長を分岐・ [0092]また、請求項17に配載のOADM装置

12、周波数制御手段13、RF信号発生手段14およ び記憶手段70から構成されている。ここで、AOTF 卸10から光伝送路に送出される前に接続される破線で ルモニタの構成要件ではない。また、請求項1と同一の AOTF部10、光強度後出手段11、最大値判別手段 示した遊断手段71は、請求項19に配載のスペクトル モニタの構成要件であり、請求項18に記載のスペクト 構成については、同一の符号を付し、その説明を省略す [0093] 図11において、本スペクトルモニタは、 (請求項18および請求項19) 図11は、請求項1 8, 19に記載の発明の原理構成を示す図である。

入力され、このAOTF部10によって分岐した光信号 [0094]まず、請求項18に記載のスペクトルモニ タについて説明する。入力光信号は、AOTF部10に は、光強度検出手段61に入力する。この光強度検出手 方、AOTF部によって分岐しなかった光信号は、AO 段61の出力は、最大値判別手段12に入力する。一 TF郎10から光伝送路に出力光信号として送出され

**開水項1の原理説明で説明じたように、特定波長を分岐** 2の光導波路に印加されるRF信号は、RF信号発生率 段14によって発生し、RF信号発生手段14は、最大 **値判別手段12および周波数制御手段13によってその** 周波数が制御される。最大値判別手段12の出力は、周 [0095] また、このAOTF部10の第1および第 故数制御手段63に入力され、周改数制御手段63は、

特開2000-241782

(14)

[0096]また、最大値判別手段12は、RF信号発 応する光強度の値とを記憶手段70に出力し、記憶手段 成することにより、最大値判別手段12において、所定 生手段で発生させたすべての周波数の値と各周波数に対 70は、これらのすべての値を記憶する。このように構 故長の光倡号を分岐・挿入するRF信号の周波数の組が I つ判るので、前述した図2に示すRF信号と選択被長 との関係を用いれば、記憶手段70に記憶した値から、 各光信号の波長に対する光強度も判別することができ · 挿入するようにRF信号の周波数を制御する。

う。特に、スペクトルモニタをOADM装置の光信号生 トルモニタは、請求項18に記載のスペクトルモニタに おいて、送出すべき光信号を出力する出力側に接続され 構成する。スペクトルモニタによって分岐しなかった光 岐しなかった光信号と光伝送路から入力した光信号との [0097] 次に、請求項19に配載のスペクトルモニ タの原理について説明する。請求項19に記載のスペク るとともに眩光信号を遮断する遮断手段をさらに備えて 成手段に使用した場合には、OADM装置の分岐・挿入 を行うAOTF部においてスペクトルモニタによって分 倡号は、スペクトルモニタに接続される光装置、例え ば、次のトリビュータリ周やノードに送出されてしま 間でクロストークを生じてしまう。

は、光紋衰器を使用することができる。光スイッチを使 用してこの光スイッチにおいて何も接続していない出力 この光変調器の電顔を切ることにより遮断することがで きる。さらに、AOTFを使用してこのAOTFにおい スペクトルモニタによって分岐しなかった光信号は、遮 断されるので、そのような不都合は生じない。遮断手段 ンプを使用してこの光アンプの励起光を与えないことに より遮断することができる。また、光変調器を使用して て光信号の波長から離れた波長の光を選択するようにし ヘスイッチすることにより遮断することができる。光ア [0098] しかし、このように構成することにより、 て遮断することができる。

M装置は、波長分割多重方式の光信号を伝送する光伝送 路に接続されるとともに、印加するRF倡号の周波数に 応じて特定放長の光信号を分岐及び挿入する第1の可変 故長を持つ光から所定故長の光を選択する第3の可変故 [0099] (請求項20) 請求項20に記載のOAD 改長選択フィルタと、前配第1の可変被長選択フィルタ によって分岐した光信号の中から所定故長の光信号を避 択する第2の可変被長週択フィルタを備えるとともに核 第2の可変波長選択フィルタによって選択された前配所 定波長の光信号を受信処理する受信処理手段と、複数の 長選択フィルタを備えるとともに放第3の可変被長選択 フィルタによって選択された前配所定波長の光を変開し て前記第1の可変被長選択フィルタに挿入する光信号を 生成する光信号生成手段とを備えるOADM装置におい

[0100] このように構成することにより、請求項2 0に配収のOADM装置は、可変波長遊択フィルタとス ペクトルモニタとしての機能を兼ね備えることができ

[発明の実施の形態] 以下、図面に基づいて本発明にお ける英施の形倣を脱明する。

[0102] (第1の英施形像) 第1の英施形像は、前 IILで構成された可変故長選択フィルタ・OADM装置 **水頂1~5、11、12、14~20に記憶の発明を適** の英施形態である。

光信号の空いている。トに光信号を生成して抑入する揮 M装匠の構成を示す図である。図12において、OAD [0103] 図12は、第1の実施形態におけるOAD る。第1の構成都分は、光伝送路を伝送する32被のW を受情処理する受信処理部分である。第2の部分は、受 入部分である。なお、受債処理部分、リジェクト部分お DM光信号から必要に応じて分岐した特定設長の光信号 信処理部分に分岐した光信号と同一波長の光信号を光伝 送路から取り除き、次のノードに伝送されることを避断 するリジェクト部分である。筑3の構成部分は、WDM よび仰入部分は、それぞれ16波を処理することができ M装置は、3つの構成部分に大きく分けることができ

分から成り立ち、各構成部分に本発明に係る可変被長避 **Rフィルタが使用されているので、以下、各構成部分ご** [0104] このようにOADM装置は、3つの構成部

(第1の実施形態におけるリジェ久ト部分の構成)ま ず、このリジェクト部分について説明する。

[0105] 図13は、第1の実施形態におけるOAD M装置に関し、そのリジェクト部分の構成を示す図であ る。図12および図13において、光伝送路を伝送して きた32故のWDM光信号は、光強度を増幅する光増幅 「ITU-T G. 692勧告」の規定に従い0.8n mである。増幅されたWDM光個号は、2つに光を分岐 器80に入射する。このWDM光信号の各ch関隔は、

する光カプラ81に入射する。分岐したWDM光信号の 一方は、後述する受信処理部分の光カプラ110に入射 し、他方は、光カプラ83に入射する。

改長帯域がMバンドの場合には、これらの基準信号を使 TF部84、90におけるRF信号の周波数と週択波長 どの関係を判別するための第1基準信号と第2基準信号 とを発生させ、これらの基準信号を光カプラ83、89 に入射させる。これらの基準信号は、WDM光信号に使 用される波長を除いた波長であればよいが、WDM光信 **身と混同しないためには、WDM光信号の波長帯域の両** 剛の波長とするのが留ましい。さらに、WDM光信号の 用するAOTF84、90にとどめ光伝送路に送出させ ないために、Mパンドの端の波長を使用し、第1基準債 号は、1530~1535nmの間の波長、例えば、1 530nmとする。また、第2基準債号は、1565n m~1570 n mの間の故長、例えば、1570 n m と する。これらの基準信号をこのような波長とすることに より、これら基準信号は、通常Mパンドに対して使用さ 仮にOADM装置から送出されたとしても光通伯ネット れる中継光増幅器の利得傾斜の部分に配置されるので、 ワークを伝送する間に放衰してしまう。

9

[0107] 光カプラ83は、基準信号光顔82からの 射したWDM光信号とを合放して、この合放した光信号 をAOTF部84に入射させる。AOTF部84は、R 第1基準信号および第2基準信号と光カプラ81から入 F借号を発生するRF信号類88によって印加されたR F相号の周波数に対応して特定の波長の光信号を入射し た光信号から選択して分岐し、選択されなかった光信号 を通過させる。この分岐した光信号は、その光信号を受 光して光強度を検出するホトダイオード (以下、「P D」と略配する。)85に入外する。

[0108] このPD85は、受光した光強度に従った クト個AOTF制御CPU87は、各種データを蓄積し レベルの電気債号をA/D86に出力する。A/D86 は、受信したアナログ信号をデジタル信号に変換してリ ジェクト側AOTF制御CPU87に送信する。リジェ たEEPROM (Electric Erasable Programable Read Only Memory) 101からデータの送受信を行い、AO TF部84、90やRF伯号頭88、98などを後述す るように制御する。

例AOTF制御CPU87によって発生するRF信号の 【0109】また、RF信号額8ほ、このリジェクト 周故数とパワー(強度)とを制御される。RF信号類8 8は、リジェクトするこれをあるこれから他のこれに変 える場合にその間のchに影響を与えないようにするた め、16波より1つ多い17個のRF信号顔が用意され

\$

破数、第2基準個母スキャン開始RF周波数、第2基準 [0110] EEPROM101は、第1基準信号スキ ナン開始RF周波数、第1基準債号スキャン終了RF周 **周波数トラッキング間隔、基準信号スキャン開始RFパ 信号スキャン終了RF周波数、基準信号スキャン開隔、** 

ワー、基準信号スキャン終了パワー、パワースキャン間

22

【0106】一方、基準債号光級82は、後述するAO

パワートラッキング間隔、基準個号加促用関値など

特別2000-241782

た場合に次段のAOTF部90に入射されない成がある 基準信号光版82から入射した第1基準信号および第2 基準借号と再度合波される。 再度合波するのは、AOT F 部84によってこれらの基準信号が選択されて分岐し は、光カブラ89に入射し、この光カブラ89によって 【0111】一方、AOTF 即84を通過した光信号

[0112] 合波された光信号は、AOTF部90に入 射される。このAOTF部90は、RF信号を発生する RF信号源98によって印加されたRF信号の周波数に 対応して特定の波長の光信号を入射しだ光信号から選択 の分岐した光佰号は、その光倡号を受光して光強度を検 して分岐し、選択されなかった光信号を通過させる。こ 出するPD95に入射する。

RF信号類98は、このリジェクト側AOTF制御CP は、受信したアナログ信号をデジタル信号に変換してリ U87によって発生するRF債号の周波数とパワー (独 [0113]このPD95は、受光した光強度に従った レベルの電気信号をA/D96に出力する。A/D96 ジェクト側AOTF制御CPU87に送信する。また、 度)とが制御される。

2

モニタ99に入力され、OADM装置制御CPU100 [0114] 一方、AOTF部90を通過したWDM光 信号は、2つに光を分岐する光カブラ91に入射し、分 岐した一方のWDM光倡号は、AOTF部84、90に よって所望の光信号がリジェクトされた否か確認するた め、光スイッチ(以下、「光SW」と略配する。)97 を介して光の故長とその光強度とを監視するスペクトル によって確認される。確認の結果、所留の光信号がリジ ェクトされていない場合には、OADM装置制御CPU 100は、リジェクト側AOTF制御CPU87に警告 を送信して、再度リジェクトさせる。

ADM装置制御CPU100に出力する。OADM装置 [0115] 光SW97は、スペクトルモニタ99によ って光SW97に入射するいずれの光伯号をスペクトル モニタ99に入射させるか制御され、指示された光倩号 をスペクトルモニタ99に入射させる。スペクトルモニ ク99は、検出した光の故長とその光強度のデータをO CPU145を制御する。その各制御は、上述の硫锡の 慰律CPU100は、スペクトルモニタ99からのデー タに従ってリジェクト倒AOTF制御CPU91、分岐 側AOTF制御CPU123および抑入側AOTF制御 ほか以下の配載で順次明らかになる。

する光増幅器93に入射し、増幅されて光カプラ94に [0116]また、光カプラ91によって分岐した他方 のWDM光信号は、光カブラ92に入射し、この光カブ ラ92によって後述する挿入部分で生成された光信号と 合故される。合故されたWDM光信号は、光強度を増幅

入射する。光カプラ94は、このWDM光信号を2つに 9.2 によって抑入師分によって生成された光信号が合故 されたか否か確認をするために、光SW97を介してス U100によって確認される。確認の結果、所紹の光信 U100は、挿入側AOTF制御CPUに警告を送信し 分岐する。分岐した一方のWDM光信号は、光伝送路に 送出される。分岐した他方のWDM光信号は、光カブラ ペクトルモニタ99に入力され、OADM裝置側卸CP **身が合波されていない場合には、OADM装置制御CP** て、再度挿入すべき光倩母を生成させる。 【0117】 (本発明と第1の実施形態におけるリジェ クト部分との対応関係)以下、本発明と第1の実施形態 る。請求項1ないし間求項3については、後述する受信 処理部分における構成を説明するときに対応関係を説明 におけるリジェクト部分との対応関係について説明す

[0118] 削水項4、5に配敬の可敷波長辺収フィル 発生手段はRF信号弧88、98に対応し、基準信号値 開御CPU87とに対応し、周波数位算手段はEEPR **タと第1の実施形態との対応関係については、RF信号** 6、96とEEPROM101とリジェクト向AOTド OM101とリジェクト包AOTF包存CPU87とに 入手段は基準債母光顧82と光カプラ83、89とに対 応し、基準債号検出手段はPD85、95とA/D8

イルタと第1の実施形態との対応関係については、 頂架 平段はPD85とA/D86とリジェクト側AOTF制 御CPU87とに対応する。 開水項14に配破の可敷設 [0119] 開水項11、12に配載の可変被長週収フ 手段はRF債号版88とEEPROM101とリジェク ト煎AOTF飼御CPU87とに対応し、トラッキング は、強度限大位判別手段はPD85とA/D86とEE 長選択フィルタと第1の実施形倣との対応関係について PROM101とリジェクト図AOTF関約CPU87 とに対応する。

7 に配載の分岐・抑入装置と第1の実施形態との対応関 の実施形態との対応関係については、RF信号発生年段 係については、第1の可変徴長辺投フィルタはAOTF 部84、90とPD85、95とA/D86、96とE [0120] 開水項15に配做の分岐・抑入数層と第1 は、RF債母級88、98に対応する。開水項16、1 EPROM101とリジェクト側AOTF側御CPU8 ç

後述する抑入部分における構成を説明するときに対応関 [0121] 静水項18ないし間水項20についたは、 7 とRF信号顔88、98とに対応する。 係を説明する。

次に、AOTF部84におけるリジェクト図AOTF即 (第1の実施形態におけるリジェクト部分の作用効果) **御CPU87の制御について説明する。** 

[0122] 図14は、基準間号をスキャンする方法を

クト要求を受け、どのchをリジェクトするか識別する RF信号の周波数である。リジェクト側AOTF制御C PU87は、OADM装置原御CPU100からリジェ 説明する図である。図14*が*縦軸は、PD85で検出し た光強度に対するA/D86の出力値であり、横軸は、

[0123] そして、リジェクト個AOTF制御CPU 母スキャン開始RF周波数fa (H2) J、「基準信号 スキャン開始RFパワーPa (dBm)」を説み込み、 基準信号を選択して分岐するRF信号の周波数よりも低 8 7 は、E E P R O M 1 0 1 蓄積してある「類 1 基準債 い周波数に設定される。さらに、前述したように第1基 **準信号を選択して分岐するRF信号の周波数は、温度に** RF 情号頭88へこれらのデータを送信する (#2)。 この第1基準信号スキャン開始RF周波数「8 は、第1 依存するので、EEPROM101に適当な温度開隔を

[0124] そして、RF信号駅88は、受債した周波 数 fa およびパワー (強度) Pa のRF信号を発生し、

[0125] そして、RF信号版88は、受信した周波 ジェクト側AOTF制御CPU87は、A/D86を監 規し、A/D86の出力値がEEPROM101に蓄積 されている基準信号補促用関値αより大きいか小さいか 数fb および最初に受信したパワーPa のRF信号を発 生し、AOTF部84に印加する(#5)。そして、リ から水め、新たにRF信号顧88へ送信する (#4)。 b + B = q

関AOTF制御CPU87は、A/D86の出力値がa [0126] そして、リジェクト側AOTF制御CPU 4から#6までを繰り返す (#7)。一方、リジェクト 87は、A/D86の出力値がaより大きくなるまで# 数トラッキング剛隔 Δ d (H z) 」を用いて、次にスキ より大きい場合、(図14の点D、R.F.信号の周波数fd )には、EEPROM101に蓄積されている「周波

号顔88~送信する(#8) PV+PJ=eJV  $\Delta fb_i = fd - \Delta d$ 

おいてその温度ごとに fa を複数用意しておく。

AOTF部8 4に印加する (#3)。そして、リジェク A/D 8 6の出力値がE E P R OM 1 0 1 に蓄積されて いる基準信号捕捉用閾値のより大きいか小さいかを判断 する。もし、小さい場合 (図14の点A) には、EEP ROM101に蓄積されている「基準信号スキャン関隔 d (Hz)」を用いて、次にスキャンを行うRF信号の ト個AOTF制御CPU87は、A/D86を監視し、

を判断する (#6)。

オンを行うRF倡号の周波数△fa、△fb をfd を中

から求めて、Δ fa およびΔ fb を順次に新たにRF信

20 [0127] そして、リジェクト個AOTF制御CPU

6の出力値 (図14の点C)と比較する (#9)。そし て、この場合には、Δ fa に対するA/D 8 6の出力値 の方が大きいので、周波数の中心をſd からΔſa に換 81は、A/D86を監視し、△In に対するA/D8 6の出力値 (図14の点E) とΔ16 に対するA/D8 えて、#8および#9を行う (#10)。 . 25

【0128】このようにA/D86の出力値が大きい方 の固改数を次にスキャンする周改数の中心に換えて、ス る (#11)。そして、リジェクト側AOTF制御CP 点巳、点Fまで移動する。点Fまで中心周波数が移動す ると、点Eと点GのA/D86の出力値を比較した場合 に、いずれも点FのA/D86の出力値を堪えることが [0129] そして、リジェクト側AOTF制御CPU 87は、このように極大値を判断してスキャンを停止す U81は、その極大値を与える周波数(図14の点Fの **周波数)を第1の基準信号に対するRF信号の周波数 [** できないので、点Fが極大値と判別することができる。 キャンを行うと中心の周波数は、図14において点D、 (1) とする (#12)。

【0130】そして、リジェクト倒AOTF制御CPU 87は、#2から#12を繰り返して、第2の基準信号 #2において「第1基準倡号スキャン開始RF周波数 [ A (Hz)」の代わりに「第2基準信号スキャン開始R に対するRF信号の周波数 f (2)を判別する。ただし、 F 周波数 f na (H z) 」を使用し、式1の代わりに、

を使用する (#13)。 b - se j =qq j

の故長との差、第2基準信号の故長と c h 32の故長と リジェクト側AOTF制御CPU87は、各chに対し てRF信号のパワーの最適化を行う。まず、c h 1 に対 応するRF信号の周波数および「基準信号スキャン開始 RFパワーPa (dBm)」をRF信号版88に送信す [0131] そして、リジェクト頤AOTF制御CPU 87は、「(1)、「(2)、第1基準倡号の波長とch1 の差および各ch間隔から各chを選択して選断するた めのRF信号の周波数を算出する (#14)。そして、 5 (#15)。 8

ッキング関隔Δdp (H2)」に代えただけで同僚に極 **改数トラッキング間隔△df(Hz)」を「パワートラ** る。そして、OADM装置制御CPU100は、光カブ ラ91と光SW91とを介してスペクトルモニタ99に 借号を監視させ、所望の信号がリジェクトされているか リジェクト後のAOTF部90から出力されるWDM光 否か、リジェクションレベルはどの程度かを測定させる #8から#11において、Pa を最初の中心とし、「周 [0132]このRF信号のパワーの最適化の方法は、 大値を判別することができるので、その説明を省略す (#16)

は、スペクトルモニタ99からこれらのデータを受信し [0133] そして、OADM装置制御CPU100

CPU87に送信する。さらに、リジェクトchを誤っ PU87に送信する (#17)。そして、リジェクト側 ションレベル関値B (dBm)」より大きいか否かを判 て、リジェクションレベルをリジェクト側AOTF制御 ている場合にはその警告もリジェクト側AOTF制御C AOTF制御CPU87は、受信したリジェクションレ ベルがEEPROM101に蓄積されている「リジェク 断する。受信したリジェクションレベルがBより小さい 場合および警告を受債した場合は、再度第1基準信号お よび第2基準債号のスキャンを行う(#18)。

[0134] また、AOTF部90に対するRF信号の 周波数とパワーのスキャンは、#1から#18と同様の って行われるので、その説明を省略する。そして、リジ エクト側AOTF制御CPU100は、遮断すべきch に対応するRF信号の周波数を済算して、その周波数の R F 信号をAOTF84またはAOTF部90に印加し 制御でリジェクト側AOTF制御CPUの制御87によ て、所望のchを遮断させる (#19),。

基準信号がない場合には、EEPROM101は、第2 基準信号スキャン開始RF周波数および第2基準信号ス キャン終了RF周波数に代えて、単位RF倡号の周波数 ジェクト側AOTF制御CPU87は、#13および# 14に代えて、「(1)、第1基準備号の改長とこり1の 坡長との差、単位RF信号の周波数変化に対する選択波 [0135] なお、基準信号が第1基準信号だけで第2 変化に対する選択波長変化の値を蓄積する。そして、リ **長変化の値および各ch間隔から各chを選択して遮断** 【0136】このように、所望のchの光信号を遮断す するためのRF信号の周波数を兼出することを行う。

る前に、そのこれを遮断するRF信号の周波数を探すの で、温度変化などによるRF倡号の周波数シフトを捕貨 は、図10で前述したようにRF信号の入力強度とリジ することができる。したがって、正確に所望のchの光 借号を遮断することができる。なお、所望のchの光信 させてもほぼ同様の特性を示すから、前回に行った結果 号を遮断する度に、#1から#19までを繰り返しても ェクションレベルとの関係は、RF信号の周波数を変化 よいが、#15のRF信号のパワーの最適化について を使用して#15を省略することができる。

【0137】また、上述では、基準信号を基準信号光源 82によってWDM光信号に挿入したが、光通信ネット ワークを運用する上での監視信号であるOSC (Optica ても、最適なRF信号は、温度変化、RF信号の周波数 Supervisary channel )を基準信号として利用しても よい。こうして最適なRF信号の周波数をAOTF部8 4、90に印加することにより、正确に所望のchの光 信号を遊断することができるが、遊断している間におい のシフトおよびゆらぎなどにより、シフトすることがあ る。そのため、所望の c h を正確に遮断するために最適 なRF信号の周波数をトラッキングする必要がある。

特開2000-24178.2

(18)

る。図15は、トラッキング用の変調故長と出力光との <mark>徴軸は、RF信号の周波数である。曲線2は、AOTF</mark> **旬の選択特性であり、ほぼ左右対称な上に凸の曲線であ** る。この図15において、光強度の最大値を与えるRF 信号の周波数が、上述で求めた所望の c h を遮断するた めに最適なRF信号の周波数である。横軸の下部の曲線 は、正弦波状のトラッキング用の変闘信号であり、曲線 関係を示す図である。図15の縦軸は、光強度であり、 [0138] 次に、このトラッキングについて説明す 2の右上の曲線は、これに応じた出力光である。

[0139].AOTF部84におけるトラッキングとA 中心にわずかに変えて、図15に示すトラッキング用の 変調信号を生じさせる。この変調信号を10kHzから 5。図12、13、15において、リジェクト頗AOT F部84に印加するRF債号の周波数を最適な周波数を F制御CPU87は、RF信号版88を制御してAOT OTF部90におけるトラッキングとは、同様なので、 AOTF部84におけるトラッキングについて説明す 1MHzの周波数、例えば、20kHzとする。

[0140] AOTF部84で遮断される所望のchの 光信号は、この変調信号成分を含んでAOTF部84に よって選択されて分岐し、PD85に入射する。PD8 5は、この光信号の光強度を検出しA/D86を介して リジェクト個AOTF制御CPU87に出力する。この ため、リジェクト倒AOTF制御CPU87は、この変 **顕信号に対応した光強度の出力値を得られる。** 

2

号で変闘しても、本来、AOTF部84において遮断さ OTF制御CPU87は、A/D86の出力値が最も大 **信号の周波数を高い方と低い方とに極くわずか振った場** 値が小さくなれば、その中心の周波数がA/D86の出 【0141】ここで、光信号をトラッキング用の変調信 れる光信号であるから、何ら問題ない。リジェクト頃A きくなるように制御する。これは、図15に示すように 曲線2がほぼ左右対称な上に凸の曲線であるので、RF 合、周波数の高い方と低い方の両方でA/D86の出力 力値が扱も大きくなるからである。

5大きくなるように制御することにより、最適なRF信 号の周波数を推持することができる。ここで、RF信号 [0142]また、このようにA/D86の出力値が設 の周波数を高い方と低い方とに仮る範囲は、極わずかで であるから、少なくともエ45kHz以内にする必要が ある。さもないと隣接する。hを遮断してしまうことに あるが、O.8 n m 関隔のW D M光信号の場合では隣接 するch間に対するRF信号の周波数の益が90kHz

[0143] なお、リジェクト側AOTF制御CPU8 7 に周波数カウンタを散けた場合には、A / D 8 6 の出 **力値の周期を検出することによっても扱適なRF信号の** 周波数を維持することができる。すなわち、RF信号源 88が発生するRF信号の周波数が母大値を与える周波 なるからである。

数に一致する場合は、この出力値は、トラッキング用変 関唐号が1周期する間に、曲線2の極大値から周波数の 高い回に1往役し、さらに周波数の低い回に1往役する 方、RF信号版88が発生するRF信号の周波数が最大 値を与える周波数に一致しない場合は、この出力値は、 ので、この変勵信号の2倍の周波数の正弦波となる。 この変関信号の2倍の周波数を生じない。

に極大値を与える最適なRF信号の周波数に維持するこ 【0144】したがって、変闘信号の2倍の周期の出力 値が得られるようにRF信号の周波数を調節すれば、常 とができる。こうしてAOTF即84は、一度、特定故 民の光信号を分岐・個入するRF信号の周波数が判別さ れた後は、トラッキングによって最適なRF信号の周波 数が制御される。

で、南道な疫園ではないから、リジェクト個AOTF側 がない。さらに、その変閥信号を1MH 2以下とするの [0145]また、トラッキング用の変靱信号を10k H z から 1 M H z の範囲内である20kHzと散定する ので、して奴奴略の世級スイアメコントローク回路用に 既にかげられている1 k H z の変闘信号と協同すること [0146] 次に、受信処理部分について説明する。 仰CPU87の角担となることもない。

信処理部分は、開水項1~3、16、17に配載の発明 8、121と光カプラ114、115、124と光受信 (第1の英施形態における受信処理部分の構成) この受 を適用して構成された可変破長週投フィルタ・OADM 装置の実施形態である。図16は、第1の実施形態にお けるOADM装置に関し、この受情処理部分の構成を示 寸図である。なお、AOTF部112、113とRF信 そのうちの1故を受信処理する部分のみを示し、これら **時間119、122とPD117、120とA/D11** 機116とからなる受信処理を行う部分300は、本受 の図に図示していない。さらに、その説明も同一である ため、以下、1波を受信処理を行う部分について説明す **||保処理部分が16被の受信処理を行うため16個ある** が、同一の情成であるため、図12および図15には、

カプラ110に入射する。光カプラ110で分岐した一 岐した32波のWDM光信号は、2つに光を分岐する光 【0147】図16において、前述の光カブラ81で分 力のWDM光信号は、光カプラ81で32故のWDM光 俳母が分岐したか否かを確認するために、光SW97を 介してスペクトルモニタ99に入射し、OADM装置制 御CPU100によって確認される。OADM装限制御 CPU100は、WDM光信号が分岐されていることを 硫路すると、後述する分岐回AOTF側御CPU123 に信号を送信し、AOTF制御CPUi23に受傷処理

20 DM光信号は、1×16光カプラ111に入射し、16 [0148] 一方、光カプラ110で分岐した他方のW

て、1×18光カプラ111から出力されるWDM光信 5光カプラを使用したが、これは、第1の実施形態にお の32故のWDM光信号に分配され分岐する。 したがっ で、1×16光カプラ111は、16に分配して分岐す ることに対応する。すなわち、仮にこのOADM装置が 8 故を分岐・挿入することができる場合には、8 に分配 けるOADM装置が16波を分岐・挿入することができ して分岐する光カプラでよい。そして、この場合には、 **身には、32波の光信号が含まれている。なお、ここ** 受債処理を行う部分300も8個でよい。

【0149】1×16光カプラ111で分配されて分岐 したWDM光信号は、AOTF部112に入射する。A OTF部112は、RF信号を発生するRF信号頭12 2によって印加されたRF信号の周波数に対応して特定 2つに光を分岐する光カプラ124で分岐される。この 光カプラ124で分岐した一方の光信号は、その光信号 の被長の光信号を入射した光信号から週択して分岐し、 方、AOTF部112で選択されて分岐した光信号は、 **退択されなかった光信号は、そのまま捨てられる。一** を受光して光強度を検出するPD120に入射する。

を制御して受信処理を行う。

[0150] このPD120は、受光した光強度に従っ たレベルの電気信号をA/D121に出力する。A/D 121は、受情したアナログ信号をデジタル信号に変換 して分岐側AOTF制御CPU123に送信する。分岐 び単位RF信号の周波数変化に対する避択波長変化の値 関AOTF制御CPU123は、スキャン開始RF周波 数、スキャン棒了RF周嵌数、スキャンRFパワーおよ などのデータを蓄積したEEPROM125とデータ送 受債を行い、AOTF部112、113やRF債号頭1 12、119などを後述するように制御する。

[0151] また、RF信号頭122は、この分岐側A OTF制御CPU123によって発生するRF借号の周 **改数とパワーとを制御される。一方、光カブラ124で** 分岐した他方の光信号は、RF信号を発生するRF信号 岐寸名次段のAOTF部113に入射する。AOTF部 **頭119によって印加されたRF債母の周波数に対応し** て特定の波長の光信号を入射した光信号から選択して分 113は、再度AOTF部112と同一chを選択して は、AOTFの改長週択特性の幅が広いことから、所望 の c h に 隣接する c h からの影響をなくし確実に 所望の 分岐する。このようにAOTFを2段縦続接続するの chを選択するためである。 40

[0152] AOTF部113によって選択されて分岐 **ルの電気信号をA/D118に出力する。A/D118** は、受債したアナログ債号をデジタル債号に変換して分 計する。光カプラ114で分岐した一方の光信号は、そ の光信号を受光して光強度を検出するPD117に入射 **する。このPD117は、受光した光強度に従ったレベ** した光倡号は、2つに光を分岐する光カプラ114に入

[0154] また、この光カプラ115で分岐した他方 c hの光信号が選択されて分岐されたか否かを確認する [0153] また、RF情号原119は、この分岐側A OTF制御CPU123によって発生するRF信号の周 分岐した他方の光信号は、光カプラ115に入射し、光 15で分岐した一方の光信号は、光信号を復闢して受信 の光信号は、AOTF部112、113によって所留の ため、光SW97を介してスペクトルモニタ99に入射 信号が選択されて分岐していないことを確認すると、分 F制御CPU123は、再度AOTF部112、113 攻数とパワーとを側御される。一方、光カプラ114で る。OADM装置制御CPU100は、所留のchの光 岐側AOTF側御CPU123に倡导を送信し、AOT カプラ115で再度2つに分岐される。この光カプラ1 処理を行う光受信機116に入射し、受信処理される。 し、OADM装置制御CPU100によって値隔され

おける受信処理部分との対応関係について説明する。前 [0155] (本発明と第1の実施形態における受情処 理部分との対応関係)以下、本発明と第1の実施形態に 水項1~3に配載の可変被長週択フィルタと受債処理部 分との対応関係については、RF信号発生手段はRF信 ROM125とに対応し、周波数制御手段は分岐側AO 8、121と分岐側AOTF制御CPU123とEEP **号頭119、122に対応し、光強度検出年段はPD1** 17、120に対応し、最大値判別手段はA/D11 TF耐御CPU123に対応する。

ន

長週択フィルタはAOTF部112、113とPD11\*30 と受信処理部分との対応関係については、第2の可変波 [0158] 請求項16、17に配載の分岐・柳入装置

から状め、新たにRF個号版122へ送信する(#3 fbdr = fadr + ddr

[0159] そして、RF信号額122は、受債した周 皮数(bdr およびパワーPadr のRF偕母を発生し、A OTF部112に印加する (#35)。そして、分岐回 A/D121の出力値がEEPROM125に密積され ている基準債号補促用閾値adrより大きいか小さいかを AOTF制御CPU123は、A/D121を監視し、 判断する (#36)

から求めて、AÍadr およびAÍbdr を順次に新たにR Δ fadr = fedr + Δ ddr  $\Delta f b dr = f e dr - \Delta d dr$ 

F 信号版122~送信する (#38)。

出力値の方が大きい場合には、周波数の中心をfedr か D121の出力値より Δ fadr に対するA/D121の [0161] そして、分岐側AOTF制御CPU123 2 1の出力値と A f bdr に対するA/D 1 2 1の出力値 は、A/D121を監視し、Δ fadr に対するA/D1 と比較する (#39)。そして、Δ Ibdr に対するA/

620

特開2000-241782

k 7、120とA/D118、121と分岐側AOTF間 御CPU124とEEPROM125とRF(M号版11 (第1の実施形態における受情処理部分の作用効果) 次 に、AOTF部112における分岐側AOTF制御CP U123の制御について脱引する。

9、122とに対応する。

[0157] 分岐側AOTF側御CPU123は、OA DM装履制御CPU100から受信処理要求を受け、ど 分岐側AOTF間御CPU123は、EEPROM10 を脱み込み、RF俳号邸122~これらのデータを送信 のchを受債処理するが職別する(#31)。そして、 z)」、「スキャン開始RFパワーPadr (dBm)」 1 搭積してある「スキャン開始RF周波数 Indr (H する (#32)。このスキャン開始RF周被数Indr

は、ch1を選択して分岐するRF倩号の周波数よりも 1を週択して分岐するRF情号の周波数は、温度に依存 低い周波数に設定される。さらに、前述したようにch するので、EEPROM125に適当な程度可隔をおい たその温度ごとに Ladr を枝数川怠しておく。

5)」を用いて、次にスキャンを行うRF債母の周波数 [0158] そして、RF情号邸122は、受信した周 を監視し、A/D121の出力値がEEPROM125 小さいかを判断する。もし、小さい場合には、氏兵PR 破数 fadr およびパワー(強度) Padr のRF信号を発 て、分岐回AOTF慰御CPU123は、A/D121 c 帮仰されている基準信号加促用関値 a dr より大きいか 生し、AOTF部112に印加する (#33)。そし OM125に潜痕されている「スキャン開隔 ddr (H

34か5#36までを繰り返す (#37)。一方、分岐 を用いて、次にスキャンを行うRF信号の周波数△fad 倒AOTF制御CPU123は、A/D121の出力値 がadrより大きい場合には、EEPROM125に割債 r 、Δſbdr をそのときにRΓ信号版122に印加され ※【0160】そして、分数図AOTF鮭街CPU123 は、A/D121のIII力値がadrより大きくなるまで# されている「周波数トラッキング川隔 Addr (Hz)」 ている函数数 lerd を中心にして、

方、△「adr に対するA/D121の出力値より△ſbd は、困波数の中心を ledr から Å lhdr に換えて、#3 ら∆ ladr に換えて、#38および#39を行う。─ r に対するA/D121の出力値の力が大きい場合に 8 および#39を行う (#40)。

スキャンを行うと中心の周波数は、A/D121の川力 【0162】このようにA/D121の出力値が大きい 方の周波数を次にスキャンナる周波数の中心に換えて、

ည

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.cojp/share/

岐側AOTF制御CPU123に送信する。

個AOTF制御CPU123は、このように極大値を判 **竝の極大値を与える周波数まで移動する。そして、分岐** 折してスキャンを停止する (#41)。

[0163] そして、分岐図AOTF制御CPU123 は、その極大値を与える周波数をch1の周波数 f (chi )とする (#42)。そして、分岐倒AOTF制御CP U123は、f(ch1)、c h 1の改長、単位RF信号の 周波数変化に対する選択被長変化の値および各ch 関隔 から各chを選択して分岐するためのRF信号の周波数 [0164] そして、#31から#43までの同様の財 仰により、AOTF部113についも各chを選択して 分岐するためのRF信号の周波数を算出する(#4

の同様の制御によってRF信号の周波数と選択波長との 関係を判別できない。このためAOTF部112のRF 4)。ここで、図12、16に示すようにAOTF部が 2段に縦続している場合には、光信号の進行方向に対し て前段のAOTF部112のRF信号の周波数と週択波 長との関係を判別している間は、RF信号の周波数のス 後段のAOTF部113において#31から#43まで □ はおいままりの関係の判別とAOTF部1 は、時分割で行う必要がある。AOTF部を多段に縦続 キャンに従い光信号が選択されて分岐してしまうので、 13のRF信号の周波数と選択波長との関係の判別と 接続した場合も同様である。

れているか否か、選択・分岐レベルはどの程度かを測定 は、光カプラ115と光SW97とを介してスペクトル モニタ99に選択・分岐後のAOTF部113から出力 される光信号を監視させ、所留の光信号が選択・分岐さ させる (#45)。そして、OADM装置制御CPU1 00は、スペクトルモニタ99からこれらのデータを受 **信して、選択・分岐レベルを分岐関AOTF制御CPU** 123に送信する。さらに、選択・分岐chを誤ってい る場合にはその警告も分岐側AOTF制御CPU123 [0165] そして、OADM装置制御CPU100 に送信する (#46)。

m)」より大きいか否かを判断する。受信した選択・分 [0166] そして、分岐側AOTF制御CPU123 は、受信した選択・分岐レベルがEEPROM125に 岐レベルがβdrより小さい場合および警告を受信した場 て、分岐側AOTF制御CPU123は、受信処理すべ きchに対応するRF信号の周波数を演算して、その周 波数のRF信号をAOTF112、113に印加して、 合は、再度ch1のスキャンを行う(#47)。そし 所望のこれを光受信機116に受信処理させる(#4 若得されている「選択・分岐レベル関値 B dr (dB

[0167] なお、上述の説明では、c h 1をスキャン が、別のchをスキャンしてこの関係を演算してもよ してRF信号の周波数と選択故長との関係を演算した

のRF信号の周波数などを用いてRF信号の周波数と選 る極大値を与えるRF信号の周波数をch2の極大値を キャンするための「スキャン開始RF周波数 fadr (H は、極大値の数を計数するととともに、ch1に対応す (Hz) 」として、#32から#43の制御を行う。そ して、極大値の計数値に1を足して、ch2に対応する **近大値を与えるRF信号の周波数をch3の極大値をス** 順次同様の制御を目標のchになるまで行い、このとき z) 」として、#32から#43の制御を行う。以下、 い。この場合には、分岐側AOTF制御CPU123 スキャンするための「スキャン開始R F 周波数 fadr **択波長との関係を演算すればよい。** 

[0168] また、EEPROM125の他に分岐側A こ、そのこれを選択して分岐するRF佰号の周波数を採 すので、温度変化などによるRF信号の周波数シフトを 補償することができる。したがって、正確に所望のch OT.F 即御CPU123とデータの送受信を行いデータ を配値するRAMをさらに散けて、32故すべてのch のスキャンを行うようにしてもよい。このように、所留 のchの光信号を光受信機116で受信処理を行う前 の光信号を受信処理することができる。

【0169】次に、挿入部分について説明する。

るため16個あるが、同一の構成であるため、図12お よび図17には、そのうちの1波を生成する部分のみを **示し、これらの図に図示していない。さらに、その説明** (第1の実施形態における挿入部分の構成) この挿入部 hた可変被長選択フィルタ・OADM装置の実施形態で に関し、この挿入部分の構成を示す図である。なお、A OTF部135、136とRF信号原139、142と PD140、143とA/D141、144と光カプラ 3 2 と光 S W 1 3 1 とからなる椰入すべき光信号を生成 5周一であるため、以下、1波を生成する部分について 分は、静水項16~20に記載の発明を適用して構成さ ある。図17は、第1の実施形態におけるOADM装置 134、138、146と光変調器133と光アンプ1 する部分は、本挿入理部分が16数の挿入倡号を生成す 説明する。 ಜ

[0170] 図17において、32故のWDM光信号の た32故のレーザ光は、光カプラ138で合故された後 こ16に分配され分岐する。したがって、分配され分岐 各光信号の対応する被長の光を発生する32個のLDか らなるLDパンク137は、被長の異なる32被のレー ザ光を発生させ、光カプラ138に入射させる。入射し .た1つのポートには、32故の故長の光が含まれてい

発生するRF信号頭139によって印加されたRF信号 の周波数に対応して特定故長の光を入射した32故の光 [0171] 分配されて分岐したレーザ光は、AOTF 部136亿入射する。AOTF部136は、RF信号を (WDM光) から選択して分岐し、選択されなかった光

は、そのまま췀てられる。一方、AOTF部136で選 46で分岐される。この光カプラ146で分岐した一方 の光は、その光を受光して光強度を検出するPD140 択されて分岐した光は、2つに光を分岐する光カプラ1

たレベルの電気信号をA/D141に出力する。A/D 141は、受信したアナログ信号をデジタル信号に変換 して挿入뗈AOTF制御CPU145に送信する。 挿入 例AOTF制御CPU145は、スキャン開始RF周故 数、スキャン終了RF周波数、スキャンRFパワーおよ び単位RF信号の周波数変化に対する選択波長変化の値 などのデータを蓄積したEEPROM147とデータの 送受債を行い、AOTF卸135、136やRF信号頭 に、挿入図AOTF制御CPU145は、印加している 【0172】このPD140は、受光した光強度に従っ RF信号の周波数とそのときのA/D141、144か らの出力値を蓄積するRAM148とデータの送受信を 139、142などを後述するように制御する。さら

2 3 [0173]また、RF信号源139は、この挿入側A OTF制御CPU145によって発生するRF信号の周 改数とパワーとを制御される。一方、光カブラ146で 分岐した他方の光信号は、RF信号を発生するRF信号 岐する次段のAOTF部135に入射する。AOTF部 135は、再度AOTF部136と同一chを選択して は、AOTFの波長選択特性の幅が広いことから2段縦 税接続することによって、選択光の半値幅を狭くするた めである。このように半値幅を狭くすることによりこの レーザの波長のchに隣接するchへの影響を少なくす **頭142によって印加されたRF信号の周波数に対応し** て特定の波長の光信号を入射した光信号から選択して分 分岐する。このようにAOTFを2段様税接続するの ることができる。

[0174] AOTF的136によって選択されて分岐 する。このPD143は、受光した光強度に従ったレベ ルの電気信号をA/D144に出力する。A/D144 は、受信したアナログ信号をデジタル信号に変換して挿 した光信号は、2つに光を分岐する光カプラ134に入 射する。光カプラ134で分岐した一方の光信号は、そ の光信号を受光して光強度を検出するPD143に入射 入倒AOTF制御CPU145に送信する。

OTF制御CPU145によって発生するRF信号の周 改数とパワーとを制御される。一方、光カプラ134で 分岐した他方の光倡号は、送出すべき情報に従って入力 LDは、この光変闘器133によって変闘され挿入すべ 【0175] また、RF借号源142は、この挿入側A した光を変調する光変開器133に入射する。入射した き光佾号となる。この光倡号は、光強度を増幅する光ア ンブ132によって増幅され、光SW131に入射す

特開2000-241782

(22)

[0176] この光SW131は、入射した光倡号を後 **毀の16×1光カプラ130に入射させるか、または何** により、RF倡母の周波数と避択波長との関係を求める ためにRF信号の周波数をスキャンする間に、選択され って行われ、RF信号の周波数と選択波長との関係を求 めるためにRF信号の周故数をスキャンする場合は、何 え、光信号を挿入すべく16×1光カプラ130に入射 (非꿜択光)を光カブラ92と光アンプ93と光カブラ 9 4 とを介して光伝送路に送出することはないので、光 る。この切換は、挿入側AOTF텞御CPU145によ させる場合は、16×1光カプラ130に入射させるよ うに切り換える。このように光SW131を散けること なかった光 (非選択光) を16×1光カプラ130に入 b 接続していない光導波路に入射させるように切り換 **材させることがない。このため、選択されなかった光** も接続していない光導波路に入射させるかを切り換え

**閣号は、前述したようにリジェクト部分によって選断さ** れなかった光倩母と合故されて、光アンプ93と光カブ ラ94とを介して、WDM光信号として光伝送路に送出 6×1光カブラ130に入射し、この16×1光カブラ によって他の挿入すべき光信号と合政されて、光カプラ 92に入射する。光カプラ92に入射した合彼された光 【0177】光SW131から出力された光信号は、 され、次のノードへ送信される。

G送路を伝送するWDM光信号とクロストークすること

【0178】 (本発明と第1の実施形態における挿入部 分との対応関係)以下、本発明と第1の実施形態におけ 6、17に配載の分岐・挿入装置と挿入理部分との対応 関係については、第3の可変故長選択フィルタはAOT F部135、136とPD140、143とA/D14 1、144と挿入図AOTF耐御CPU145とEEP る挿入部分との対応関係について説明する。 請求項1 ROM147とRF信号頭139、140とに対応す [0179] 請求項18、19に記載のスペクトルモニ る。 請求項20に記載の記載の分岐・挿入装置と挿入理 45とEEPROM147とRAM148とRF借号源 タと挿入部分との対応関係については、記憶手段はRA 部分との対応関係については、第3の可変故長選択フィ 139、140と光SW131とに対応し、選択制御手 ルタはAOTF断135、136とPD140、143 とA/D141、144と挿入倒AOTF制御CPU1 M148に対応し、雄野年段は光SW13-1に対応す 段は挿入側AOTF制御CPU145に対応する。

PU100から挿入許可を受け、どのchの光信号を生 【0180】(第1の実施形態における挿入部分の作用 AOTF制御CPU145の制御について説明する。挿 効果) 太に、AOTF部135、136における俥入倒 入側AOTF制御CPU145は、OADM装置制御C

次すべきか観別する (#51)

に印加し、所宜の c h の光を光変關器 1 3 3 に入射させ うに切り換える (#52)。この後のRF俳号の周波数 る。この所留のchの光は、光変網器133で送出す~ [0181] 柳入側AOTF劇御CPU145は、光S W131を何も接続していない光導波路に入射させるよ と選択波長との関係を判別する制御は、前述の#42か ら#48と同様に考えることができるので、その説明を は、抑入すべきchに対応するRF信号の周波数を演算 して、その周波数のRF/信号をAOTF135、136 き情報に基づいて変闘され、抑入すべき光信号が生成さ 省略する。そして、個人側AOTF制御CPU145

PU145は、前述の#32と#44までの制御の間に る前に、そのこれを選択して分岐するRF信号の周故数 トを抽償することができる。したがって、正確に所望の c h の光信号を仰入することができる。一方、スペクト ルモニタとして動作するときは、柳入側AOTF制御C の周波数とその周波数に対するA/D141、144か [0182] このように、所留のchの光俳号を生成す を探すので、恒度変化などによるRF債号の周波数シフ おいて、スキャン周波数を変えたときに、そのRF倡号 らの出力値の極大値をRAM145に配憶する制御を行 うこと以外#32から#44と同様の即御を行うので、 その説明を省略する。

の故長とそのときの光強度とを検出するスペクトルモニ |0183| そして、抑入邸AOTF助御CPU145 は、RF信号の周波数か選択被長との国係に基づいてA /D141、144からの出力値とレーザの波長との対 **応付けを行う。このように制御することにより、レーザ** タとして使用することができる。

送情する。そして、リジェクト側AOTF制御CPU8 M装置において、光信号を分岐・抑入する場合の全体の 開御について説明する。図12、13、16,17にお いて、OADM装置制御CPU100は、どのchを遮 断すべきかリジェクト側AOTF側御CPU87に送信 c h を遮断したことをO A D M装置制御C P U 1 0 0 に 7 は、上述のトラッキングを行い、及適な遮断状態を維 【0184】 次に、この第1の奥施形態におけるOAD する。この信号を受けたリジェクト側AOTF制御CP U87は、上述の#1か5#19の制御を行い、所留の

2 3 は、上述の#31から#48の制御を行い、所留の [0185] 情号を受けたOADM装限制御CPU10 9 を介して所组のchを遮断したことを確認すると、ど 0は、光カプラ91と光WS97とスペクトルモニタ9 のchの光信号を受信処理するか分岐側AOTF制御C PUI23に送信し、さらに、どのchに光信号を挿入 [0186] 佰号を受けた分岐側AOTF制御CPU1 すべきか挿入啣AOTF関御CPU145に送信する。

PU100に送信する。また、信号を受けた挿入側AO 抑を行い、所望のchの光信号を生成したことをOAD OADM装置制御CPU100は、光カプラ94と光W c h の光俳号を受俳処理したことをO A D M装置制御C TF側御CPU145は、上述の#51から#53の制 M装置開御CPU100に送信する。この信号を受けた S97とスペクトルモニタ99を介して所望のchの光 **周号が挿入されたことを確認する。** 

[0187] こうして、所望のchの光信号は、分岐 **挿入される。次に、別の実施形態について説明する。** 

6、7、13、16に配載の発明を適用して構成された (第2の実施形態の構成) 第2の実施形態は、 1110年項 可変被長選択フィルタ・OADM装置の実施形態であ [0188] 図18は、第2の実施形態におけるOAD M装置の構成を示す図である。図18において、32被 のW D M 光倩号は、光強度を増幅する光アンプ150に よって増幅され、光カプラ151に入射する。WDM光 信号には、この光アンプ150によってASEが重畳さ れる。この光カプラ151は、入射したWDM光信号を 2つに分岐する。分岐した一方のWDM光信号は、1枚 のニオブ酸リチウム基板上にAOTF部1とAOTF部 F部1の入力側に入射する。一方、分岐した他方のWD **2とを形成したAOTFユニット153におけるAOT** M光信号は、AOTF部2の入力側に入射する。

PUによって制御される。AOTF部1は、16故の光 [0189] このAOTFユニット153は、不図示の F部2を同一温度となるように後述するAOTF制御C **信号を生成することができる光倩号生成回路152から** WDM光信号に挿入し、この挿入と同時にこのRF信号 して分岐する。この印加されるRF倡号は、RF倡号額 58によって発生するRF信号の周波数とパワーとを制 ペルチェ繋子によって2つのAOTF的1およびAOT の周波数に応じた波長の光信号をWDM光信号から選択 入射する光信号を印加されるRF信号の周波数に応じて 161によって発生し、AOTF制御CPU158によ 5。また、RF信号頭161は、AOTF制御CPU1 って切換制御されるスイッチ162を介して印加され 卸される。

[0190] また、分岐した光信号は、16波の光信号 し、受信処理される。一方、AOTF部1を通過するW DM光信号は、光信号生成回路152からの光信号を挿 路に送出し、次段のノードに送信する。また、分岐した を受債処理することができる受債処理回路154に入射 入されて、光カプラ155に入射する。光カプラ155 は、このWDM光信号を2つに分岐して、一力を光伝送 他方を光WS156に入射する。

[0191] 一方、光カプラ151で分岐した32故の WDM光信号は、AOTFユニット153におけるAO TF部2の人力側に入射する。このAOTF部2は、R

F 信号の周波数と選択波長との関係を判別するために使 号を入射したWDM光信号から選択して分岐する。 選択 用される。AOTF部2は、RF信号級161によって 印加されたRF信号の周波数に対応して特定波長の光信 されなかったWDM光信号と遊択され分岐した光信号と ともに、光SW156に入射する。

れた光信号をスペクトルモニタ157に入射させる。ス によって光SW156に入射するいずれの光信号をスペ クトルモニタ157に入射させるかを制御され、指示さ ペクトルモニタ157は、検出した光の波長とその光強 度とをAOTF間御CPU158に出力する。AOTF した光の波長と光強度とをRAM159に蓄積する。ま た、AOTF制御CPU158は、ASEリジェクトR F周波数、ASEリジェクトRFパワーおよび単位RF い、AOTFユニット153、RF佰号瓜161および 【0192】光SW156は、スペクトルモニタ157 同御CPU158は、スペクトルモニタ151から受信 信号の周波数変化に対する顕択被長変化の値などのデー タを蓄積したEEPROM160とデータの送受債を行 スイッチ 162を後述するように制御する。

とEEPROM160に対応し、周故数演算手段はAO 以下、本発明と第2の実施形倣との対応関係について脱 し、RF信号発生手段はRF債号源161に対応し、ス ペクトルモニタはスペクトルモニタ157に対応し、被 長判別手段はAOTF制御CPU158とRAM159 明する。精水項6に配載の可変被投選択フィルタとの対 [0193] (本発明と第2の実施形態との対応関係) 応関係については、光焰幅器は光アンプ150に対応 TF制御CPU158とEEPROM160に対応す [0194] 請水項7に配載の可変波長選択フィルタと の対応関係については、RF借号発生手段はRF信号版 3に対応し、温度制御手段はペルチェ券子とAOTF制 157に対応し、周波数演算手段はAOTF制御CPU 158とEEPROM160に対応する。 鞘水項13に 161に対応し、スペクトルモニタはスペクトルモニタ 記載の可変被長週択フィルタは、AOTFユニット15 **匈CPU158に対応する。** 

理部分との対応関係については、第1の可変被長退択フ イルタはAOTFユニット153とRF俳号顔161と [0195] 請求項16に記載の分岐・柳入装置と柳入 スペクトルモニタ157とAOTF側御CPU158と EEPROM1602RAM159221922 に対応する。

(第2の実施形態の作用効果) AOTF制御CPU15. 8は、光倡号をAOTF部1によって分岐・押入する前 に、AQTF部2を使用して、その温度におけるRF信 号の周波数と選択波長との関係をAOTF部2を使用し

22 [0196] AOTF部1とAOTF部2とは、同一基

(54)

**特阻2000-241782** 

仮上に形成されていることから、その単位RF信号の周 故数変化に対する盟权被長変化の値などの解析性はほぼ AOTF部2におけるRF信号の周波数と週択波長との 同一である。また、ペルチェ漿子によってAOTF部1 とAOTF部2とは、同一の温度であるから、判別した 関係は、そのままAOTF部1に当てはまる。

時に影響を与えることなく、RF債母の周波数と顕状波 精果を用いるので、光伝送路を伝送するWDM光偶号か [0197] このため、光伝送路を伝送するWDM光信 **艮との関係を判別することができる。そして、判別した 次に、RF併母の周波数と選択被長との関係を求める手 ら所図の光信号を正確に分岐・抑入することができる。** 低について脱明する。

F部1に印加しないようにする (#61)。そして、A 6.2を切ってRF信号版1.6.1からのRF倩号をAOT OTF制御CPU158は、EEPROM160幣頒し てある「ASEリジェクトRF周波数」、「ASEリジ [0198] AOTF制御CPU158は、スイッチ1 エクトRFパワー」を能み込み、RF倩号買161~こ れらのデータを送信する (#62)。

**政数およびパワーのRF債号を発生し、AOTF前1に** 印加する (#63)。そして、AOTF関節CPU15 題択して分岐しない (AOTF師2を通過する) 光信号 [0199] そして、RF情母版181は、受信した周 8は、スペクトルモニタ157にAOTF部2において は、光SW156に指示してAOTF部2において選択 して分岐しない光情号をスペクトルモニタ157に入射 をモニタするように側御し、スペクトルモニタ157 させるように刷御する (#64)。

[0200] そして、スペクトルモニタ157は、WD M光信号の波及帯域にわたって光の故及とその波長にお ける光強度とをモニタして、その枯果をAOTF師制御 CPU158に送信する (#65)

30

そして、AOTF側御CPU158は、これらの受信デ -- タを-- ERAM159に 監査する (#66)。 [0201] そして、AOTF制御CPU158は、粉 **햱したデータを解析してASEの個みを検索する(# 6** 7)。この検索は、一定の関値を設定し、その関値以下 の光強度の範囲において、光強度の橋小値を判別するこ した極大質を求める手法と同様の考えによって行うこと とによって行うが、この平法は、第1の実施形態で脱列 \$

単位RF信号の周波数変化に対する週択波長変化の値お [0202] そして、AOTF刨御CPU158は、こ よび各ch周隔から各chを選択して分岐するためのR の極大値を与える被長、ASEリジェクトRF周被数 F 信号の周波数を算出する(#68)。

[0203] そして、AOTF158は、所紹のchに 対応するRF個母の周波数を発生するようにRF個母額 161を制御する。さちに、スペクトルモニタ157に

AOTF部2において選択して分岐された光信号をモニ タするように制御し、スペクトルモニタ157は、光S W156に指示してAOTF部2において選択して分岐 された光信号をスペクトルモニタ157に入射させるよ うに制御する (#69)。

御CPU158は、確認の結果所留のchの光信号が分 [0204] そして、スペクトルモニタ157は、その モニタ結果をAOTF部制御CPU158に送信し、A OTF制御CPU158は、所望のchの光信号が分岐 されたか否か確認する (#70)。そして、AOTF制 RF個母願から発生する所望のchに対応するRF倡号 の周波数がAOTF部1に印加されるようにする (#7 1)。こうして、所望のchの光信号が正確に分岐・梅 妓されている場合には、スイッチ162をオンにして、

OTF部2によって、そのchを分岐・挿入するRF信 は、#61から#70を繰り返す。このように、所望の 号の周波数を探すので、温度変化などによるRF信号の 直接判別し、このASEの被長とそのときのRF信号の 【0205】—方、AOTF側御CPU158は、確認 chの光信号を分岐・挿入する前にRF信号確認用のA 周波数シフトを補償することができる。したがって、正 [0206] なお、第2の実施形態においては、スペク トルモニタ157においてAOTF部2を通過した光信 57によってAOTF部2で選択され分岐したASEを 国政数とから、RF信号の周波数と週択波長との関係を 号からA S Eの宿みを判別したが、スペクトルモニタ 1 確に所望のchの光信号を受信処理することができる。 の結果所望のchの光信号が分岐されていない場合に 資類してもよい。

届みの判別は、第1'の実施形態で説明した極大値を求め [0207]また、第2の実施形態において、ASEの る手法と同様の考えによって行ったが、AOTF部2に ASEリジェクトRF周波数を印加した場合のスペクト ルモニタ 1 5 7 の出力値とAOT F 部 2 にA S E リジェ クトRF周波数を印加しない場合のスペクトルモニタ1 57の出力値との差をとることによっても判別すること

(第3の実施形態の構成) 第3の実施形態は、請求項8 ~10、16に配載の発明を適用して構成された可変波 9は、第3の実施形態におけるOADM装置の構成を示 長週択フィルタ・O A D M装置の実施形態である。図 I [0208] 次に、別の実施形態について説明する。

が散けられている。このPBS176は、光伝送路から [0209] 図19において、AOTF部170は、圧 電作用を示すニオブ酸リチウムの基板に第1の光導波路 172と第2の光導波路173とを形成する。これら光 り、これら2つの交叉する部分にPBS176、177 尊被路172、173は、互いに2箇所で交叉してお す図である。

ードとTEモードとに分離し、分離したTMモードのW DM光信号は、第1の光導被路172を進行し、分離し を進行する。また、PBS176は、8波の光信号を生 成することができる光信号生成回路181から第1の光。 導波路172に入射した挿入すべき挿入光信号をTMモ ードとTEモードとに分離し、分離したTMモードの挿 入光信号は、第1の光導故路173を進行し、分離した TEモードの光信号は、第2の光導波路173を進行す 第1の光導波路172に入射したWDM光信号をTMモ たTEモードのWDM光信号は、第2の光導波路173

**る第1の光導波路172上には、金属膜の第1のSAW 5第1の1DT174にRF信号を印加することによっ** 7.4に印加するRF倡身は、後述するAOTF制御CP ド175には、櫛を交互にかみ合わせた形状の電極であ て発生する弾性表面波が伝像する。この第1のIDT1 U191によってRF信号の周波数と信号強度とが制御 【0210】 PBS176とPBS177との聞におけ ガイド175が形成されている。この第1のSAWガイ されるRF倡号頭171で発生する。

極である第2の1DT179にRF債号を印加すること [0211] また、PBS176とPBS177との間 における第2の光導故路173上には、金属膜の第2の SAWガイド178が形成されている。この第2のSA Wガイド178には、歯を交互にかみ合わせた形状の電 DT179に印加するRF信号は、AOTF制御CPU 191によってRF信号の周波数と信号強度とが制御さ によって発生する弾性表面波が伝檄する。この第2の1 れるRF信号頭180で発生する。

艮のみが、TMモードからTEモードに入れ替わる。同 の周期的な変化が発生する。第2の光導破路173を進 行するTEモードのWDM光信号および挿入光信号のう 【0212】第1の光導波路172は、第1のSAWH **イド175と交叉する部分において、弾性表面波による** 屈折率の周期的な変化が発生する。第1の光導波路17 2を進行するTMモードのWDM光信号および挿入光信 号のうちこの屈折率の周期的な変化と相互作用をする波 **镇に、第2の光導波路173は、第2のSAWガイド1** 78と交叉する部分において、弾性表面液による屈折率 ちこの屈折率の周期的な変化と相互作用をする波長のみ が、TEモードからTMモードに入れ替わる。

[0213] そして、この入れ替わったWDM光信号お bる。このため、相互作用をした被長のWDM光信号の 分岐し、光カプラ183に入射する。一方、相互作用を よび挿入光信号は、PBS177によって進行方向が変 み第1の光導波路172を進行して、分岐光信号として しなかった故長のWDM光信号は、第2の光導政路17 3を進行して、通過WDM光倡号として通過し、光伝送 路に送出される。

【0214】また、相互作用をした波長の挿入光信号

S

(56)

特国2000-241782

カプラ183によって3つに分岐する。分岐した第1の 73を進行して、WDM光信号として光伝送路に送出さ れる。光カブラ183に入射した分岐光信号は、この光 分岐光信号は、8 故の光信号を受信処理することができ は、通過するWDM光信号に挿入され第2の光導波路: る受信処理回路182に入射し、受信処理される。

を受光して光強度を検出するPD185に入射する。こ のPD185は、受光した光強度に従ったレベルの電気 したアナログ信号をデジタル信号に変換してAOTF制 一ドの分岐光信号は、その分岐光信号を受光して光強度 受光した光強度に従ったレベルの電気信号をA/D18 8に出力する。A/D188は、受債したアナログ信号 をデジタル信号に変換してAOTF制御CPU191に 【0215】分岐した第2の分岐光信号は、PBS18 分離されたTMモードの分岐光信号は、その分岐光信号 信号をA/D187に出力する。A/D187は、受信 御CPU191に送信する。同様に、分離された丁Eモ 4に入射し、TMモードとTEモードとに分離される。 を検出するPD186に入射する。このPD186は、

[0216]また、分岐した第3の分岐光信号は、その **討する。このPD189は、受光した光強度に従ったレ** ペルの電気信号をA/D190に出力する。A/D19 0は、受信したアナログ信号をデジタル信号に変換して AOTF制御CPU191に送信する。このAOTF制 分岐光倡号を受光して光強度を検出するPD189に入 脚CPU191は、各種データを蓄積したEEPROM 192からデータの送受信を行い、RF信号版171、 180を後述するように制御する。

し、第2のRF債号印加手段は第2の1DT179と第 2のSAWガイド178とに対応し、第2の偏光手段は 明する。請水項8に記載の可変故長選択フィルタと第3 の実施形態との対応関係については、第1の偏光手段は 以下、本発明と第1の実施形態との対応関係について説 PBS176に対応し、第1のRF信号印加手段は第1 [0217] (本発明と第3の実施形態との対応関係) の1DT174と第1のSAWガイド175とに対応 PBS177に対応する。

第2の実施形態との対応関係については、第1のRF信 [0218] 請求項9に記載の可変被長選択フィルタと DT119と第2のSAWガイド178とに対応し、R 号印加手段は第1の1DT174と第1のSAWガイド D189に対応し、最大値判別手段はA/D190とA OTF制御CPU191とEEPROM192とに対応 し、周波数制御手段はAOTF制御CPU191に対応 F 信号発生手段は第1のRF信号版171と第2のRF **信号版180とに対応する。また、光強度検出手段はP** 175とに対応し、第2のRF信号印加手段は第2の1

8 [0219] 請水項10に配載の可変被長避択フィルタ

手段はPBS184に対応し、第1の光強度検出手段は PD185に対応し、第2の光強度倹出手段はPD18 と第2の実施形態との対応関係については、第3の偏光 1882AOTF制御CPU1912EEPROM19 2とに対応し、周波数制御手段はAOTF制御CPU1 6に対応する。また、最大値判別手段はA/D187、 91に対応する。

の実施形態との対応関係については、第1の可変被長遠 [0220] 請求項16に記載の分岐・挿入装置と第2 802PBS1842PD185, 186, 1892A /D187、188、190とAOTF制御CPU19 RフィルタはAOTF部170とRF信号版171、 I とEEPROM 192とに対応する。 (第3の実施形態の作用効果) AOTF制御CPU19 1は、光信号をAOTF部170によって分岐・挿入す 5前に、PD189とA/D190とを介して受情する 出力値を使用して、その温度におけるRF債号の周波数 と選択被長との関係を判別する。具体的には、以下のよ う判別する。 [0221] AOTF制御CPU191は、EEPRO M1.9 2 蓄積してある「TMモードスキャン開始RF周 **故数」、「TEモードスキャン開始RF周故敷」、「ス** [0222] AOTF制御CPU191は、RF信号原 キャン開始RFパワー」を甑み込み込む(#80)。

171~「TMモードスキャン開始RF周波数」および 「スキャン開始RFパワー」を送信し、RF信号類18 0~「TEモードスキャン開始RF周波数」および「ス て、AOTF制御CPU191は、常にRF信号版17 キャン開始RFパワー」を送信する (#81)。 そし

1とRF信号頭180との周波数が一致するようにこれ 5のRF倡号版171、180を制御して、第1の実施 形態において説明した#34から#41と同様の制御に より、第1の光導波路172に印加されるRF倡号の周 **被数と第2の光導波路に印加されるRF信号の周波数と** が同一の場合の最大値を判別する(#82)。このとき のRF俳号の周波数を共通最大値周波数と称することと

8

[0223] そして、AOTF制御CPU191は、ま ず、第2の光導破路173にRF信号を印加するRF信 母頭180を共通最大値周波数に固定し、第1の光導故 路172にRF信号を印加するRF信号頭171を共通 最大値周波数の前後に亘る一定の範囲内においてスキャ ンして、第1の実施形態において説明した#4から#1 1と同様の考え方によって、TMモードに対する最大値 を判別する (#83)。 \$

[0224] そして、AOTF制御CPU191は、次 に、第1の光導故路172にRF信号を印加するRF信 **号頭171を#83で判別した最大値を与える周波数に** 固定し、第2の光導被略173にRF信号を印加するR F信号版180を共通最大値周波数の前後に亘る一定の 特開2000-241782

(88)

説明した#4から#11と同様の考え方によって、TE 6個内においてスキャンして、第1の実施形態において モードに対する最大値を判別する(#84)。

1を固定して、TEモードに対する最大値を判別し、次 に、#84においてRF佰号頭180を固定して、TM [0225] もちろん、#83においてRF信号版17 モードに対する最大値を判別してもよい。

效長、単位RF信号の周波数変化に対する選択被長変化 [0226] そして、AOTF制御CPU191は、T Mモードの最大値を与えるRF債母の周波数、ch1の の値および各ch開隔から各chを避択して分岐するた **りのTMモードにおけるRF信号の周波数と選択彼畏と** の関係を算出する (#85)。そして、AOTF制御C する理状波長変化の値および各cト用隔から各cトを選 **収して分岐するためのTEモードにおけるRF信号の周** PU191は、TEモードの最大値を与えるRF債号の Bi 改数、c h 1 の波長、単位RF信号の周波数変化に対 収数と週択波長との関係を第川する(#86)。

**開入する前に、そのchを分岐・抑入するRF信号の周** 彼数を探すので、温度変化などによるRF信号の周波数 TMモードに入れ替える及遊なRF佰号の周波数とTM モードをTEモードに入れ替える最適なRF倡号の周波 **数とは、互いに異なるが、このような構成とすることに** て細かい関盤をすることができるから、算3の実施形態 におけるOADM装置は、正确に特定被長の光信号を分 [0227] このように、所聞のchの光信号を分岐・ シフトを補償することができる。さらに、TEモードを より、各モードに対し異なる周波数のRF信号を印加し 岐・挿入することができる。

10228] ここで、光伝送路において偏光がゆっくり Mよりも臨光がゆっくり回転している場合には、A/D 回転している場合、すなわち、AOTF制御CPU19 1がRF信号版171、180に周波数のデータを送信 してその周波数に対するA/D190の旧力値を得る時 190の出力値ではなく、A/D187、188の出力 ドにおけるRF信母の周波数と選択政長との関係を得る 値を使用することにより、より正確にTMモードにおけ るRF信号の周波数と週択故長との関係およびTEモー ことができる。

り、TMモードにおけるRF債号の周波数と選択波長と て、A/D190の出力値の代わりにA/D187の出 力値とA/D188の出力値との平均値を用いる。そし する場合には、A/D190の出力値の代わりにTEモ て、#83において、TMモードに対する最大値を判別 TEモードに対する役大値を判別する場合には、A/D 190の出力値の代わりにTMモードのA/D187の 出力値を用いる。このようにしてAOTF制御CPU1 ードのA/D188の出力値を用い、#84において、 [0229] この場合には、#80から#82におい 91は、#80から#86までの制御をすることによ

の関係およびTEモードにおけるRF信号の周波数と選 択波長との関係を算出することができる。

1日号頭180によって印加されるRF信号との相互作用 をより厳密に判別することができる。このため、第3の 與施形側におけるOADM装置は、より正確に特定被長 **【0230】このように分岐光債号をPBS184によ** 2を進行する光信号とRF信号頭171によって印加さ れるRF俳号との相互作用をより厳密に判別することが できる。筑2の光導波路173を進行する光信号とRF って各モードごとに分離するので、第1の光導波路17 の光信号を分岐・挿入することができる。

【発明の効果】 翻水項1ないし翻水項13に配載の発明

=

では、光を分岐・挿入する前にその温度におけるRF佰 号の周波数と選択波長との関係を判別するから、温度変 第1の光導破路と第2の光導被路とにRF信号を個別に **周波数を変えて印加することができるので、所定被長の** 光を分岐・挿入するために微妙な調盤を行うことができ 比や経年変化などが生じても所定徴畏の光を分岐・椰入 することができる。特に、精水項8に記憶の発明では、

20

第1の光導波路を進行する光とRF信号との相互作用お よび第2の光導被路を進行する光とRF倡号との相互作 用を個別に鬩べて、第1の光導破路と第2の光導破路と にRF信号を個別に周波数を変えて印加することができ るので、所定改長の光を分岐・挿入するために欲妙な觀 [0232]また、前水項9、10に記載の発明では、 盤を行うことができる。

**情号を光伝送路などに送出することがない。このため光** 伝送路を伝送する光信号にクロストークなどの影響を与 るから、温度変化や経年変化などが生じても所定被長の [0233] 静水項14に記載の発明では、所定故長の 光信号を充分に遮断することができるので、RF信号の 周波数と選択波長との関係をスキャンして判別する開光 えるごとがない。 臍水項15ないし臍水項17に記破の 発明では、WDM光信号を分岐・挿入する前にその温度 におけるRF俳号の周波数と避択被長との関係を判別す 光を分岐・個入することができる。

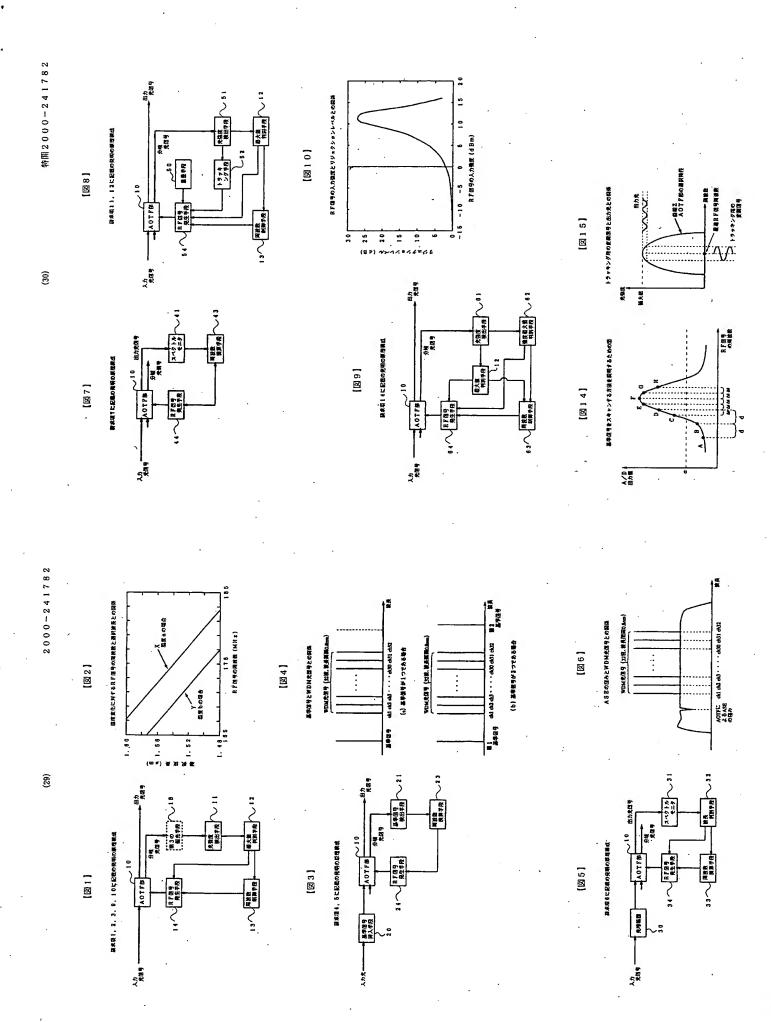
項1または請求項2に記載の可変被長週択フィルタを利 用することによってスペクトルモニタを実現することが できる。 請求項20に記載の発明では、請求項1または [0234] 開水項18、19に配轍の発明では、開水 によってスペクトルモニタの機能を兼ね備えたOADM **請求項2に配載の可変被長遵択フィルタを利用すること 英<table-cell>を実現することができる。** ş

[図面の簡単な説明]

[図1] 請求項1, 2, 3, 9, 10に配載の可変被長 国投フィルタの原理構成を示す図である

【図2】 温度変化に対するRF信号の周波数と選択波長 との関係を示す図である。

84, 90, 112, 113, 135, 136 AOT 101, 125, 147, 160, 192 EEPRO 85, 95, 117, 120, 140, 143; 18 88, 98, 119, 120, 139, 142, 16 RF情号発生手段 23,33,43,63 周波数向算手段 87 リジェクト個AOTF耐御CPU 58,191 AOTF刷仰CPU 145 挿入倒AOTF制御CPU 少板食AOTF壁管CPU 1, 171, 180 RF傳母觀 5 4 99、157 スペクトルモニタ 100 OADM装配卸卸CPU 152、181 光(11号生成回路 177, 184 PBS 31、41 スペクトルモニタ 154、182 受信処理回路 175 \$10SAW#4F 第2のSAWガイド 24, 34, 44, 抽度最大值判別手段 5, 186, 189 PD AOTFALY トラッキング年段 基準值导仰入手段 2.1 基準信号検出手段 148, 159 RAM 第2の光導故路 174, 179 IDT 第1の光導波路 18 第3の偏光年段 83、89 光カプラ 32 波長判別年段 基準循身孤 62 X17F 151 光カプラ 30 光均幅器 爪船手段 配值手段 遮断手段 131 #SW 米アング 123 176, 53 173 178 172 2 0 <u>.</u> 4 5 2 5 0 8 2 6 2 7 0 8 0 F語 2 8 8 <del>Q</del> [図3] 請求項4, 5に配載の可変被畏避択フィルタの [図5] 開水項6に配載の可変被長避択フィルタの原理 [図4] 基準信号とWDM光信号との関係を示す図であ 【図6】ASEの個みとWDM光俳号との関係を示す図 [図7] 請求項7に配載の可変被長避択フィルタの原理 [図8] 開水項11, 12に配載の可変改長選択フィル [図9] 請求項14に配載の可変被長選択フィルタの原 [図10] RF信号の入力独度とリジェクションレベル [図11] 酢水項18, 19に配載のスペクトルモニタ [図12] 第1の実施形態におけるOADM装配の構成 [図14] 基準信号をスキャンする方法を説明するため 【図15】トラッキング用の変調信号と出力光との関係 【図18】第2の実施形態におけるOADM装置の構成 【図19】第3の実施形態におけるOADM装配の構成 [図21] AOTFを用いたOADM装置の第1の基本 [図22] AOTFを用いたOADM装置の第2の基本 [図13] 第1の実施形態におけるOADM装置に関 【図16】第1の実施形態におけるOADM装置に関 [図17] 第1の実施形態におけるOADM装置に関 [図20] 従来のAOTFの構成を示す図である。 し、リジェクト部分の構成を示す図である。 し、受信処理部分の構成を示す図である。 し、挿入部分の構成を示す図である。 11、51、61 光油度検出手段 **りの原理構成を示す図である** の原理構成を示す図である。 原理構成を示す図である。 との関係を示す図である。 里構成を示す図である。 構成を示す図である。 最大值判別手段 周波数制御手段 開成を示す図である。 構成を示す図である。 構成を示す図である。 を示す図である。 を示す図である。 を示す図である。 を示す図である。 0 AOTF [符号の説明] の図である。



多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.cojp/share/

8817

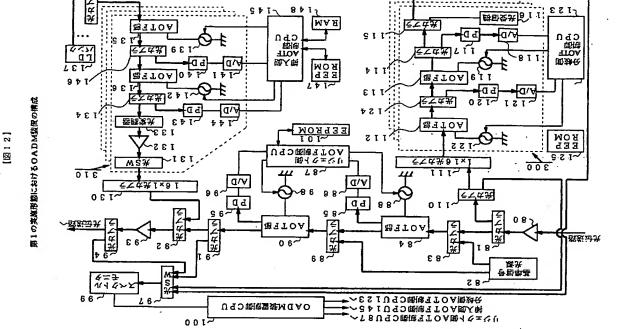
2000-241782

3

第1の実施が他におけるOADM管理に関し 女命等国等のの存成

**業を項18,19に配数の条項の原理開表** [図11]

[図16]



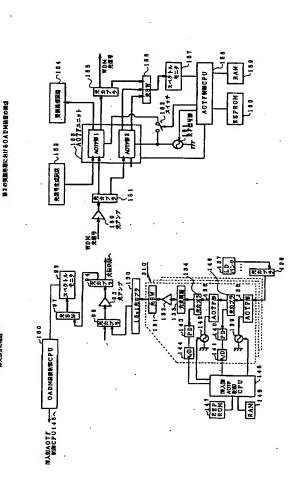
[図18]

単1の実施出版におけるOADM設置に関し 個人部分の表現

[図17]

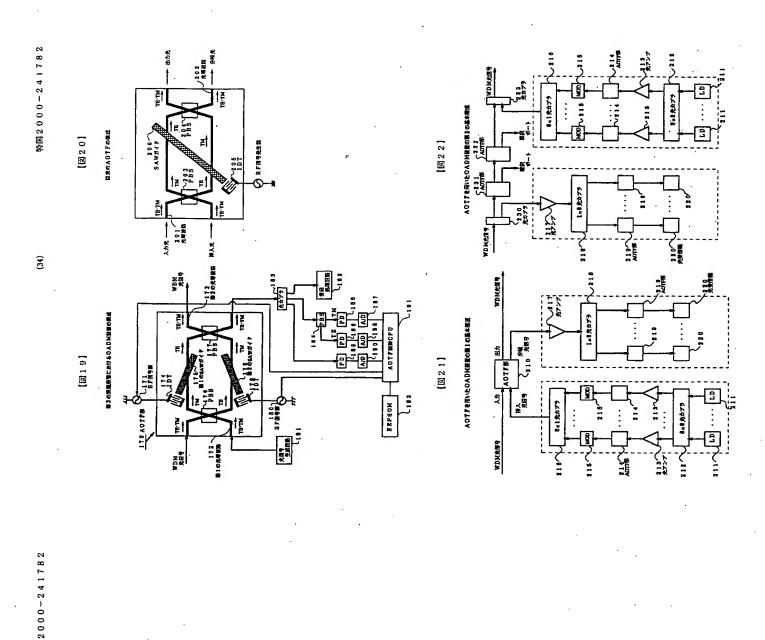
BETA 70

AND THE PERSON NAMED IN



多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.cojp/share/

路鉄玉光



EEPROM-101

<u>a</u>4

E 8 7

しジェクト側AOTF制御CP

导向群基 联光

[a/v] ☐a

001

OADM装置影陶CPU

第1の実施形態におけるOADM装置に関し リジェクト部分の構成

[図13]

(33)

フロントページの結束

(12)発明者 顕藤 芳広 神奈川県俊族市港北区新模族2丁目3番9 号 富士道ディジタル・テクノロジ株式会 社内

种奈川県横浜市港北区新横浜2丁目3番9 り 富士通ディジタル・テクノロジ株式会 社内 (72) 発明者 人保寺 和昌

ドターム(参考) 211079 AA04 AA12 BA02 CA07 EA05 EB23 FA03 FA04 IAO7 KA06 SK002 BA02 BA05 RA05 CA05 CA13 DA02 EA05 FA01